



TUGAS AKHIR - KS184822

**PEMODELAN ANGKA HARAPAN HIDUP
DI PROVINSI PAPUA MENGGUNAKAN
PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK
SPLINE TRUNCATED**

**PATRICA PUNGKY GABRELA
NRP 062117 4500 0029**

**Dosen Pembimbing
Dra. Madu Ratna, M.Si
Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2019**



TUGAS AKHIR - KS184822

**PEMODELAN ANGKA HARAPAN HIDUP
DI PROVINSI PAPUA MENGGUNAKAN
PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK
SPLINE TRUNCATED**

**PATRICA PUNGKY GABRELA
NRP 062117 4500 0029**

**Dosen Pembimbing
Dra. Madu Ratna, M.Si
Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA
DEPARTEMEN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2019**



FINAL PROJECT - KS184822

**MODELING OF LIFE EXPECTANCY
IN PAPUA PROVINCE USING
NONPARAMETRIC SPLINE TRUNCATED
REGRESSION APPROACH**

**PATRICA PUNGKY GABRELA
SN 062117 4500 0029**

Supervisors

Dra. Madu Ratna, M.Si

Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si

**UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS, COMPUTING, AND DATA SCIENCE
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2019**

LEMBAR PENGESAHAN

PEMODELAN ANGKA HARAPAN HIDUP DI PROVINSI PAPUA MENGGUNAKAN PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE TRUNCATED

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Statistika
pada

Program Studi Sarjana Departemen Statistika
Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Patrica Pungky Gabrela
NRP. 062117 4500 0029

Disetujui oleh Pembimbing:

Dra. Madu Ratna, M.Si.

NIP. 19590109 198603 2 001

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

NIP. 19650603 198903 1 003

()
()

Mengetahui,

Kepala Departemen Statistika



Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2019

PEMODELAN ANGKA HARAPAN HIDUP DI PROVINSI PAPUA MENGGUNAKAN PENDEKATAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE TRUNCATED

Nama Mahasiswa : Patrica Pungky Gabrela
NRP : 062117 4500 0029
Departemen : Statistika-FMKSD-ITS
Dosen Pembimbing : Dra. Madu Ratna, M.Si
Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si

Abstrak

Angka Harapan Hidup adalah rata-rata perkiraan banyak tahun yang dapat ditempuh oleh seseorang sejak lahir. Untuk dapat berumur panjang, diperlukan kesehatan yang lebih baik. Indikator ini menjadi indikator penting untuk melihat derajat kesehatan suatu masyarakat. Angka harapan hidup Indonesia terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun dengan nilai yang beragam. Kabupaten Nduga di Provinsi Papua merupakan kabupaten dengan AHH terkecil di Indonesia. Oleh karena itu, perlu diketahui faktor-faktor apa sajakah yang mempengaruhi Angka Harapan Hidup di kabupaten/kota yang ada di Provinsi Papua sehingga dapat dijadikan rekomendasi guna meningkatkan nilai AHH tersebut. Variabel-variabel yang diduga mempengaruhi AHH di Provinsi Papua adalah persentase penduduk miskin (X_1), morbiditas (X_2), kebiasaan merokok (X_3), cakupan imunisasi (X_4), serta rasio dokter (X_5). Metode yang akan digunakan adalah Regresi Nonparametrik Spline Truncated. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua pada tahun 2017 adalah 64.47. Angka Harapan Hidup tertinggi terdapat di Kabupaten Mimika yaitu sebesar 71.93 sedangkan Angka Harapan Hidup terendah terdapat di Kabupaten Nduga yaitu sebesar 54.6. Model regresi nonparametrik Spline terbaik untuk memodelkan Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua pada tahun 2017 adalah model dengan menggunakan kombinasi titik knot 3,3,3,3,2. Nilai R^2 yang diperoleh cukup tinggi yaitu sebesar 89.35%.

Kata Kunci: AHH, Kesehatan, Regresi Nonparametrik Spline

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

MODELING OF LIFE EXPECTANCY IN PAPUA PROVINCE USING NONPARAMETRIC SPLINE TRUNCATED REGRESSION APPROACH

Name : Patrica Pungky Gabrela
Student Number : 062117 4500 0029
Department : Statistika-FMKSD-ITS
Supervisors : Dra. Madu Ratna, M.Si
Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si

Abstract

Life Expectancy is the average estimated number of years that a person can receive from birth. To be long-lived, better health is needed. This indicator is an important indicator to see the health status of a community. The value of life expectancy in Indonesia continues to increase from year to year with diverse values. Nduga Regency in Papua Province is a district with the lowest life expectancy in Indonesia. Therefore, it is necessary to consider what factors influence the Life Expectancy in the regencies / cities in Papua Province so that they can be used to increase the value of life expectancy. The variables that influence ahh in papua province are the percentage of poor people (X_1), morbidity (X_2), smoking habits (X_3), immunization competition (X_4), and ratio of doctors (X_5). The method that will be used is Nonparametric Spline Truncated Regression method. The analysis results show that the average of life expectancy in Papua Province in 2017 is 64.47. The highest Life Expectancy in Mimika Regency was 71.93 while the lowest Life Expectancy in Nduga District was 54.6. The best nonparametric spline regression model for modeling Life Expectancy in Papua Province in 2017 is a model using a combination of knots 3,3,3,3,2. The R^2 value obtained is quite high at 89.35%.

Keywords: *Health, Life Expectancy, Nonparametric Spline Regression*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala penyertaan-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“Pemodelan Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua Menggunakan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline Truncated”**. Pelaksanaan serta penyelesaian Tugas Akhir dan laporan ini tidak lepas dari bantuan, arahan, bimbingan serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada.

1. Bapak Dr. Suhartono sebagai Ketua Departemen Statistika FMKSD ITS.
2. Ibu Dr. Santi Wulan Purnami, S.Si, M.Si sebagai Ketua Pogram Studi S1 Departemen Statistika FMKSD ITS.
3. Bapak Prof. Dr. I Nyoman Budiantara, M.Si serta Ibu Dra. Madu Ratna, M.Si selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam membimbing dan memberikan arahan kepada saya.
4. Ibu Dr. Vita Ratnasari, S.Si, M.Si dan Ibu Erma Oktania Permatasari, S.Si, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberi masukan dan saran kepada saya.
5. Badan Pusat Statistik Provinsi Papua yang telah membantu saya untuk mendapatkan data Tugas Akhir.
6. Seluruh karyawan di Departemen Statistika ITS yang telah membantu dalam kelancaran Tugas Akhir.
7. Orang tua (mama dan papa), kakak, adik, dan keluarga yang senantiasa memberikan semangat, kasih sayang, dan doa.
8. Kelompok Kecil dan adik-adik Kelompok Kecil yang selalu memberi semangat.
9. Teman-teman GpdI Gempolkerep yang senantiasa mendukung dalam doa.
10. Seluruh teman-teman mahasiswa Statistika ITS khususnya LJ 2017 atas kebersamaan serta dukungan dan semangat dalam menyelesaikan Tugas Akhir.

Akhir kata dengan segala keikhlasan hati saya mengucapkan terima kasih, semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya serta kritik dan saran sangat diperlukan untuk perbaikan.

Surabaya, Mei 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Statistika Deskriptif.....	5
2.2 Regresi Nonparametrik Spline	6
2.2.1 Pemilihan Titik Knot Optimal.....	7
2.2.2 Estimasi Parameter.....	8
2.2.3 Pengujian Signifikansi Parameter Secara Serentak	9
2.2.4 Pengujian Signifikansi Parameter Secara Parsial	10
2.2.5 Uji Asumsi Residual IIDN	11
2.3 Angka Harapan Hidup.....	12
2.4 Kerangka Konsep.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data.....	15
3.2 Variabel Penelitian	15
3.3 Struktur Data	17

3.4 Langkah Penelitian.....	18
3.5 Diagram Alir	19
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Karakteristik Data	21
4.2 Pemodelan AHH Papua Tahun 2017	25
4.2.1 Identifikasi Pola Hubungan.....	25
4.2.2 Pemilihan Titik Knot Optimum.....	26
4.2.3 Uji Signifikansi Parameter	28
4.2.4 Uji Asumsi Residual IIDN	28
4.2.5 Identifikasi Pola Hubungan Setelah Transformasi	30
4.2.6 Pemilihan Titik Knot Optimum Setelah Transformasi	31
4.2.7 Uji Signifikansi Parameter Setelah Transformasi	36
4.2.8 Uji Asumsi Residual IIDN Setelah Transformasi	39
4.2.9 Interpretasi Model Terbaik.....	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN	51
BIODATA PENULIS	89

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1	ANOVA.....	10
Tabel 3.1	Variabel Penelitian	15
Tabel 3.2	Struktur Data	18
Tabel 4.1	Perbandingan Nilai GCV.....	27
Tabel 4.2	ANOVA Uji Serentak	28
Tabel 4.3	Analisis Ragam Uji <i>Glejser</i>	29
Tabel 4.4	<i>Run Test</i>	29
Tabel 4.5	Nilai GCV Satu Titik Knot.....	32
Tabel 4.6	Nilai GCV Dua Titik Knot	33
Tabel 4.7	Nilai GCV Tiga Titik Knot.....	34
Tabel 4.8	Nilai GCV Kombinasi Titik Knot	35
Tabel 4.9	Perbandingan Nilai GCV Setelah Transformasi.....	36
Tabel 4.10	ANOVA Uji Serentak Setelah Transformasi.....	37
Tabel 4.11	Estimasi Parameter Hasil Uji Parsial.....	38
Tabel 4.12	Analisis Ragam Uji <i>Glejser</i> Setelah Transformasi..	39
Tabel 4.13	<i>Run Test</i> Setelah Transformasi.....	39

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1	Kerangka Konsep Penelitian..... 14
Gambar 3.1	Diagram Alir 19
Gambar 4.1	Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua Tahun 2017..... 21
Gambar 4.2	Persentase Penduduk Miskin di Provinsi Papua Tahun 2017 22
Gambar 4.3	Morbiditas Provinsi Papua Tahun 2017..... 23
Gambar 4.4	Kebiasaan Merokok Masyarakat Provinsi Papua Tahun 2017 24
Gambar 4.5	Cakupan Imunisasi di Papua Tahun 2017 24
Gambar 4.6	Rasio Dokter di Provinsi Papua Tahun 2017 25
Gambar 4.7	<i>Scatterplot</i> AHH dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi 26
Gambar 4.8	Uji Distribusi Normal 30
Gambar 4.9	<i>Scatterplot</i> ln AHH dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi 31
Gambar 4.10	Uji Distribusi Normal Setelah Transformasi..... 40

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Data Angka Harapan Hidup dan Faktor yang Mempengaruhinya 51
Lampiran 2	Data Angka Harapan Hidup Setelah Transformasi dan Faktor yang Mempengaruhinya 52
Lampiran 3	Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot..... 53
Lampiran 4	Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot..... 55
Lampiran 5	Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot 58
Lampiran 6	Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot..... 60
Lampiran 7	Program Estimasi Parameter 67
Lampiran 8	Program Uji <i>Glejser</i> 70
Lampiran 9	Output Nilai GCV dengan Satu Titik Knot..... 72
Lampiran 10	Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot 73
Lampiran 11	Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot..... 74
Lampiran 12	Output Nilai GCV dengan Kombinasi Knot 75
Lampiran 13	Output Nilai GCV dengan Satu Titik Knot Setelah Transformasi 76
Lampiran 14	Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot Setelah Transformasi 77
Lampiran 15	Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot Setelah Transformasi 78
Lampiran 16	Output Nilai GCV dengan Kombinasi Titik Knot Setelah Transformasi 79
Lampiran 17	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter 80
Lampiran 18	Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Setelah Transformasi 82
Lampiran 19	Output Uji <i>Glejser</i> 85

Lampiran 20	Output Uji <i>Glejser</i> Setelah Transformasi.....	85
Lampiran 21	Output <i>Run Test</i>	86
Lampiran 22	Output <i>Run Test</i> Setelah Transformasi	86
Lampiran 23	Surat Keterangan Pengambilan Data Sekunder	87

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan manusia adalah suatu proses untuk memperbanyak pilihan-pilihan yang dimiliki oleh manusia. Diantara banyak pilihan tersebut pilihan yang terpenting adalah untuk berumur panjang dan sehat, untuk berilmu pengetahuan, dan untuk mempunyai akses terhadap sumber daya yang dibutuhkan agar dapat hidup secara layak (BPS, 2013). Pembangunan manusia berarti pertumbuhan yang positif dan perubahan dalam tingkat kesejahteraan. Hal ini harus terjadi dalam semua aspek kehidupan. Oleh karena itu, fokus utama pembangunan manusia ada pada manusia dan kesejahteraannya. Pembangunan manusia sebagai ukuran kinerja pembangunan secara keseluruhan dibentuk melalui pendekatan tiga dimensi dasar, yaitu umur panjang dan sehat, pengetahuan, dan penghidupan yang layak. Semua indikator yang merepresentasikan ketiga dimensi ini terangkum dalam satu nilai tunggal, yaitu angka Indeks Pembangunan Manusia (IPM). IPM pertama kali dikenalkan oleh *United Nations Development Programme* (UNDP) pada tahun 1990. Saat itu, IPM dibentuk dari empat indikator yaitu angka harapan hidup saat lahir, angka melek huruf, gabungan angka partisipasi kasar, dan Produk Domestik Bruto (PDB) per kapita. Namun pada tahun 2010, UNDP secara resmi memperkenalkan penghitungan IPM dengan metode yang baru. Metode ini menggunakan indikator baru dalam penghitungan IPM. Indikator angka melek huruf dan gabungan angka partisipasi kasar diganti dengan indikator harapan lama sekolah dan rata-rata lama sekolah. Indikator PDB per kapita juga diganti dengan Produk Nasional Bruto (PNB) per kapita (BPS, 2015).

Satu-satunya indikator IPM yang tidak mengalami perubahan pada metode baru adalah Angka Harapan Hidup saat lahir (AHH). AHH didefinisikan sebagai rata-rata perkiraan banyak tahun yang dapat ditempuh oleh seseorang sejak lahir. Untuk

dapat berumur panjang, diperlukan kesehatan yang lebih baik. Pembangunan manusia memperluas pilihan-pilihan manusia dengan mensyaratkan berumur panjang. Proksi umur panjang dan sehat yang digunakan dalam pembangunan manusia adalah indikator angka harapan hidup saat lahir. Indikator ini menjadi indikator penting untuk melihat derajat kesehatan suatu masyarakat. AHH juga sebagai proksi atas penyediaan layanan kesehatan yang baik dan terjangkau sehingga memberikan jaminan kesehatan bagi masyarakat. Angka harapan hidup Indonesia terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Artinya, harapan seorang bayi yang baru lahir untuk dapat hidup lebih lama menjadi semakin tinggi. Pada tahun 2017 AHH di Indonesia telah mencapai angka 71.06% atau tumbuh sebesar 0.23% dibandingkan tahun 2016. BPS mencatat, Angka Harapan Hidup tertinggi selama tahun 2017 berada di Kabupaten Sukoharjo, Provinsi Jawa Tengah yakni sebesar 77.49% sedangkan AHH terendah berada di Kabupaten Nduga, Provinsi Papua yaitu sebesar 54.60%. Oleh karena itu, perlu diketahui faktor-faktor apa sajakah yang mempengaruhi Angka Harapan Hidup di kabupaten/kota yang ada di Provinsi Papua sehingga dapat dijadikan rekomendasi guna meningkatkan nilai AHH tersebut. Apabila AHH berhasil ditingkatkan maka hal ini juga akan berdampak pada meningkatnya nilai IPM di Papua mengingat Provinsi Papua memiliki nilai IPM terendah di Indonesia.

Terdapat 5 faktor utama yang mempengaruhi derajat kesehatan masyarakat yaitu faktor lingkungan, perilaku, pelayanan kesehatan, ekonomi, dan pendidikan. Berdasarkan kelima faktor tersebut, maka akan ditentukan beberapa variabel yang diduga mempengaruhi AHH di Provinsi Papua. Variabel-variabel tersebut adalah persentase penduduk miskin (X_1), kebiasaan merokok (X_2), cakupan imunisasi (X_3), rasio dokter (X_4), serta morbiditas (X_5). Dalam penelitian ini, akan diteliti karakteristik serta faktor-faktor yang diduga menjadi penyebab rendahnya AHH di Provinsi Papua.

Metode yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah Regresi Nonparametrik Spline Truncated. Metode ini digunakan karena hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor bentuknya tidak diketahui sehingga pola data yang terbentuk pada *scatterplot* tidak mengikuti suatu pola tertentu. Akan tetapi, apabila diambil sub-sub interval tertentu maka data akan berpola menurut sub-sub interval tersebut. Pola yang terbentuk berubah-ubah pada sub-sub interval tersebut.

Penelitian sebelumnya terkait AHH pernah dilakukan oleh Tanadjaja (2017) mengenai pemodelan Angka Harapan Hidup di Papua. Metode yang digunakan adalah *Geographically Weighted Regression*. Variabel prediktor yang digunakan sebanyak 10 variabel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh terhadap AHH di setiap lokasi adalah berbeda. Secara umum, variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap AHH di setiap kabupaten/kota di Papua yaitu persentase rumah tangga menggunakan sumber air minum layak, harapan lama sekolah, lama pemberian ASI, dan rasio bidan per 10.000 penduduk. Penelitian lain dilakukan oleh Nazhifah (2017) mengenai pemodelan Angka Harapan Hidup Provinsi Jawa Timur tahun 2015 menggunakan Regresi Linier Berganda. Variabel prediktor yang digunakan adalah Angka Kematian Bayi (X_1), persentase balita dengan pemberian imunisasi lengkap (X_2), Angka Buta Huruf penduduk usia 10 tahun keatas (X_3), dan persentase rumah tangga yang punya fasilitas tempat buang air besar sendiri (X_4). Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor-faktor yang signifikan terhadap AHH di Jawa Timur adalah Angka Kematian Bayi (AKB), angka buta huruf penduduk usia 10 tahun keatas, dan persentase rumah tangga yang mempunyai tempat BAB sendiri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang di atas maka permasalahan yang akan dianalisis dalam penelitian ini adalah.

1. Bagaimana karakteristik Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua?

2. Bagaimana pemodelan faktor-faktor yang mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua menggunakan pendekatan Regresi Nonparametrik Spline Truncated?

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan diatas adalah.

1. Mengetahui karakteristik Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua.
2. Memodelkan faktor-faktor yang mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua menggunakan pendekatan Regresi Nonparametrik Spline Truncated.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perkembangan AHH di Provinsi Papua sehingga hasil penelitian diharapkan dapat menjadi rekomendasi bagi pemerintah provinsi setempat untuk melakukan perbaikan agar dapat meningkatkan AHH di Provinsi Papua mengingat AHH terendah di Indonesia berada di salah satu kabupaten di Provinsi Papua. Selain itu, manfaat lainnya adalah untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap AHH di Provinsi Papua sehingga dapat diambil tindakan-tindakan yang tepat untuk meningkatkannya.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang digunakan merupakan data Angka Harapan Hidup serta faktor-faktor yang mempengaruhinya di Provinsi Papua pada tahun 2017. Fungsi spline yang digunakan adalah Spline Truncated Linear dengan satu, dua, tiga dan kombinasi knot. Pemilihan titik knot optimal menggunakan metode GCV.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah metode-metode untuk menyajikan data sehingga menarik dan informatif. Secara umum, statistika deskriptif dapat diartikan sebagai metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna. Statistika deskriptif memberikan informasi hanya mengenai data yang dipunyai dan sama sekali tidak menarik inferensia. Statistika deskriptif dapat menjelaskan dan menggambarkan karakteristik data yaitu dengan rata-ratanya, seberapa jauh data bervariasi dan sebagainya. Dalam statistika deskriptif hanya memberikan suatu bentuk ringkasan data sehingga dapat dipahami informasi yang terkandung dalam data (Walpole, 1995).

a. Rata-rata (*Mean*)

Rata-rata adalah suatu ukuran pemusatan data. Untuk menghitung rata-rata dari suatu data, maka dapat digunakan rumus sebagai berikut.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.1)$$

b. Varians

Varians adalah keragaman pada suatu data. Untuk menghitung varian dari suatu data, maka dapat digunakan rumus sebagai berikut.

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2.2)$$

c. Maksimum dan Minimum

Maksimum merupakan nilai terbesar dari sekumpulan data, sedangkan minimum adalah nilai terkecil dari sekumpulan data.

2.2 Regresi Nonparametrik Spline

Regresi nonparametrik adalah suatu metode untuk mengetahui hubungan antara variabel prediktor dengan variabel respon yang tidak diketahui bentuk fungsinya. Regresi nonparametrik sangat fleksibel sehingga modelnya dapat berbentuk fungsi linear maupun nonlinier. Secara umum, model regresi nonparametrik adalah sebagai berikut (Eubank, 1998).

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.3)$$

dimana,

y_i : Variabel respon,

$f(x_i)$: Fungsi regresi nonparametrik pada observasi ke- i

ε_i : Error dengan asumsi IIDN $(0, \sigma^2)$

Salah satu pendekatan model regresi nonparametrik yang banyak digunakan adalah pendekatan regresi nonparametrik spline truncated. Spline truncated memiliki pola khusus yaitu adanya perubahan perilaku data pada sub-sub interval tertentu. Kelebihan spline adalah terdapat titik-titik knot serta kurva yang dihasilkan relatif *smooth* sedangkan truncated berarti sebuah fungsi potongan. Dalam model regresi nonparametrik spline, fungsi spline dengan orde m pada titik knot K_1, K_2, \dots, K_r akan ditampilkan pada persamaan berikut (Budiantara, 2001).

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

dengan fungsi potongan (truncated) sebagai berikut.

$$(x_i - K_k)_+^m = \begin{cases} (x_i - K_k)^m, & x_i \geq K_k \\ 0 & , x_i < K_k \end{cases} \quad (2.5)$$

dimana β adalah parameter-parameter model, m adalah orde spline serta K adalah banyaknya titik knot spline. Berdasarkan persamaan (2.4) dan (2.5) maka model regresi nonparametrik spline yang terbentuk adalah.

$$y_i = \sum_{j=0}^m \beta_j x_i^j + \sum_{k=1}^r \beta_{m+k} (x_i - K_k)_+^m + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.6)$$

Apabila ada kejadian khusus yaitu jika $m=1$ maka akan diperoleh fungsi Spline Truncated derajat 1 (Spline Truncated Linear) dengan fungsi sebagai berikut.

$$f(x_i) = \beta_0 + \beta_1 x_i + \sum_{k=1}^r \beta_{1+k} (x_i - K_k)_+^1 \quad (2.7)$$

Fungsi Spline Truncated Linear ini dengan titik knot pada K_1 dapat pula disajikan menjadi bentuk potongan seperti berikut.

$$f(x_i) = \begin{cases} \beta_0 + \beta_1 x_i + \sum_{k=1}^r \beta_{1+k} (x_i - K_k)_+^1, & x_i \geq K_k \\ \beta_0 + \beta_1 x_i, & x_i < K_k \end{cases} \quad (2.8)$$

2.2.1 Pemilihan Titik Knot Optimal

Titik knot adalah titik yang menunjukkan dimana pola data tersebut berubah. Pemilihan titik knot optimum dilakukan untuk mendapatkan model yang terbaik melalui fungsi yang terbentuk. Terdapat beberapa metode untuk pemilihan titik knot optimum, salah satunya adalah *Generalized Cross Validation (GCV)*. Penentuan titik knot yang paling optimum dilihat dari nilai GCV yang terkecil (Eubank, 1998). Metode GCV ini dipilih karena memiliki beberapa kelebihan daripada metode-metode lain. Beberapa kelebihan dari metode GCV diantaranya adalah (Wahba, 1990).

1. Metode GCV mempunyai sifat optimal asimtotik,
2. Metode GCV dalam formulanya tidak memuat varians σ^2 populasi yang tidak diketahui,
3. Metode GCV invariance terhadap transformasi.

Jika memilih titik knot optimum menggunakan metode GCV maka fungsi GCV akan dijabarkan pada persamaan (2.8).

$$\begin{aligned}
GCV(K_1, K_2, \dots, K_r) &= \frac{MSE(K_1, K_2, \dots, K_r)}{(n^{-1}tr[\mathbf{I} - \mathbf{A}(K_1, K_2, \dots, K_r)])^2} \\
&= \frac{n^{-1}(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})}{(n^{-1}tr[\mathbf{I} - \mathbf{A}(K_1, K_2, \dots, K_r)])^2}
\end{aligned} \tag{2.9}$$

dimana \mathbf{I} adalah matriks identitas dan matriks $\mathbf{A}(K_1, K_2, \dots, K_r) = \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'$.

2.2.2 Estimasi Parameter

Berikut adalah estimasi model Regresi Nonparametrik Spline dengan menggunakan metode OLS/*Ordinary Least square* (Budiantara, 2009).

$$\begin{aligned}
Q(\boldsymbol{\beta}) &= \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 \\
&= \sum_{i=1}^n \left(y_i - \left(\beta_0^* + \sum_{j=1}^m \beta_j x_i + \sum_{k=1}^r \beta_{m+k} (x_i - K_k)_+ \right) \right)^2
\end{aligned} \tag{2.10}$$

Bentuk $Q(\boldsymbol{\beta})$ tersebut dapat dituliskan dalam bentuk matriks seperti pada persamaan (2.11) berikut.

$$\begin{aligned}
Q(\boldsymbol{\beta}) &= (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \\
&= (\mathbf{y}' - \mathbf{X}'\boldsymbol{\beta}')(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \\
&= \mathbf{y}'\mathbf{y} - \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y} - \mathbf{y}'\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \\
&= \mathbf{y}'\mathbf{y} - \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y} - (\boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y})' + \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \\
&= \mathbf{y}'\mathbf{y} - \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y} - \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y} + \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \\
&= \mathbf{y}'\mathbf{y} - 2\boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y} + \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}
\end{aligned} \tag{2.11}$$

Persamaan (2.11) akan diderivatif parsialkan terhadap $\boldsymbol{\beta}$ sehingga diperoleh persamaan berikut.

$$\frac{\partial Q(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}} = -2\mathbf{X}'\mathbf{y} + 2(\mathbf{X}'\mathbf{X})\boldsymbol{\beta} \tag{2.12}$$

Selanjutnya hasil dari derivatif parsial diatas kemudian disamadengankan nol dan dapat dituliskan seperti persamaan berikut.

$$\begin{aligned}\frac{\partial Q(\boldsymbol{\beta})}{\partial \boldsymbol{\beta}} &= 0 \\ -2\mathbf{X}'\mathbf{y} + 2(\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\boldsymbol{\beta}} &= 0 \\ 2(\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\boldsymbol{\beta}} &= 2\mathbf{X}'\mathbf{y} \\ (\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\boldsymbol{\beta}} &= \mathbf{X}'\mathbf{y}\end{aligned}\quad (2.13)$$

Dari persamaan (2.13) tersebut akan dikalikan dengan $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$ untuk kedua ruas sehingga didapat persamaan (2.14) berikut.

$$\begin{aligned}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\boldsymbol{\beta}} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y} \\ \mathbf{I}\hat{\boldsymbol{\beta}} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y} \\ \hat{\boldsymbol{\beta}} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{y}\end{aligned}\quad (2.14)$$

2.2.3 Pengujian Signifikansi Parameter Secara Serentak

Uji serentak adalah uji yang dilakukan untuk melihat pengaruh semua variabel prediktor terhadap variabel respon. Uji serentak merupakan uji terhadap nilai-nilai koefisien regresi secara bersamaan dengan hipotesis sebagai berikut (Budiantara, 2009).

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{m+r} = 0$ (variabel prediktor tidak berpengaruh signifikan terhadap variabel respon)

$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0 ; j = 1, 2, \dots, m+r$ (minimal ada satu variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap variabel respon) dimana m adalah orde polinomial dan r adalah banyaknya titik knot.

Daerah kritis : Tolak H_0 jika $F_{hitung} \geq F_{\alpha, (m+r, n-(m+r)-1)}$ atau $P_{value} < \alpha$.
Statistik Uji :

$$F_{hitung} = \frac{MSR}{MSE} \quad (2.10)$$

Tabel 2.1 ANOVA

Sumber Variasi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (SS)	Kuadrat Tengah (MS)	F _{hitung}
Regresi	m+r	$\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	$\frac{SSR}{db_{regresi}}$	$\frac{MSR}{MSE}$
Galat (error)	n-(m+r)-1	$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$	$\frac{SSE}{db_{error}}$	
Total	n-1	$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$		

2.2.4 Pengujian Signifikansi Parameter Model Secara Parsial

Uji parsial dilakukan untuk mengetahui pengaruh variabel prediktor terhadap variabel respon secara individu. Jika hasil uji serentak menunjukkan keputusan tolak H_0 , maka diperlukan uji parsial dengan hipotesis sebagai berikut (Budiantara, 2009).

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0, j= 1, 2, \dots, m+r$$

Statistik uji :

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{\sqrt{\text{var}(\hat{\beta}_j)}} \quad (2.11)$$

Dimana matriks $\text{var}(\hat{\beta})$ didapatkan dengan rumus berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{var}(\hat{\beta}) &= \text{var}[(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{X}'\mathbf{Y})] \\
 &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\text{var}(\mathbf{Y})[(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'] \\
 &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'(\sigma^2\mathbf{I})\mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \\
 &= \sigma^2(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \\
 &= \sigma^2(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}
 \end{aligned} \quad (2.12)$$

Daerah kritis : Tolak H_0 jika $t_{hitung} \geq t_{\alpha/2, n-(m+r)-1}$ atau $P_{value} < \alpha$.

2.2.5 Uji Asumsi Residual IIDN

Pengujian asumsi residual IIDN (Identik, Independen dan Berdistribusi Normal) dilakukan untuk mengetahui apakah residual data yang digunakan memenuhi ketiga asumsi tersebut atau tidak. Pengujian yang dilakukan meliputi Uji Glejser, *Run Test*, serta Uji Kolmogorov-Smirnov yang akan dijelaskan sebagai berikut.

a. Identik

Uji residual identik dilakukan untuk melihat apakah varians antar residual sama (tidak terjadi heteroskedastisitas) atau tidak (terjadi heteroskedastisitas). Secara visual, suatu data dikatakan identik apabila plot residualnya menyebar secara acak dan tidak membentuk suatu pola tertentu. Secara pengujian untuk mengetahui apakah asumsi identik terpenuhi atau tidak dapat diketahui dengan Uji Glejser. Uji Glejser dilakukan dengan cara meregresikan variabel prediktor dengan nilai absolut residualnya. Berikut ini hipotesis dan daerah penolakan dari Uji Glejser (Gujarati dan Porter, 2008).

H_0 : Residual data identik

H_1 : Residual data tidak identik

Daerah kritis : Tolak H_0 jika nilai $F_{\alpha, (m+r, n-(m+r)-1)}$ atau $P_{value} < \alpha$.

Statistik Uji :

$$F_{hitung} = \frac{\left[\sum_{i=1}^n (|\hat{e}_i| - |\bar{e}_i|^2) \right] / m+r}{\left[\sum_{i=1}^n (|\hat{e}_i| - |\bar{e}_i|^2) \right] / n-(m+r)-1} \quad (2.13)$$

b. Independen

Uji residual independen dilakukan untuk mengetahui korelasi antar residual. Secara visual asumsi independen terpenuhi apabila plot residualnya menyebar secara acak dan tidak membentuk pola tertentu. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk pengujian asumsi independen adalah *Run Test*. *Run Test* adalah

suatu pengujian yang dilakukan untuk mengukur kerandoman populasi yang didasarkan atas data hasil observasi melalui data sampel. Berikut adalah hipotesisnya (Daniel, 1989).

$H_0 : \rho = 0$ (Residual memenuhi asumsi independen)

$H_1 : \rho \neq 0$ (Residual tidak memenuhi asumsi independen)

Statistik Uji :

$$r = \text{banyaknya runtun} \quad (2.14)$$

Daerah kritis : Tolak H_0 jika $r < r_{\text{bawah}}$ atau $r > r_{\text{atas}}$ dari tabel nilai kritis untuk runtun r dengan n_1 dan n_2 dimana n_1 adalah banyaknya data bertanda 'plus' (+) serta n_2 adalah banyaknya data bertanda 'minus' (-).

c. Distribusi Normal

Salah satu pengujian yang dapat dilakukan untuk menguji kenormalan residual data adalah uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan hipotesis sebagai berikut (Daniel, 1989):

$H_0 : F(e) = F_0(e)$ (residual berdistribusi normal)

$H_1 : F(e) \neq F_0(e)$ (residual tidak berdistribusi normal)

Daerah Kritis : Tolak H_0 jika nilai D_{uji} lebih dari nilai $D_{(1-\alpha, n)}$.

Statistik uji yang digunakan adalah :

$$D = \sup_e |S(e) - F_0(e)| \quad (2.15)$$

Keterangan :

$F(e)$: fungsi peluang kumulatif distribusi yang belum diketahui

$F_0(e)$: fungsi peluang kumulatif dari distribusi normal

$S(e)$: fungsi peluang kumulatif yang dihitung dari data sampel

sup : nilai supremum atau nilai maksimum dari $|S(e) - F_0(e)|$.

2.3 Angka Harapan Hidup

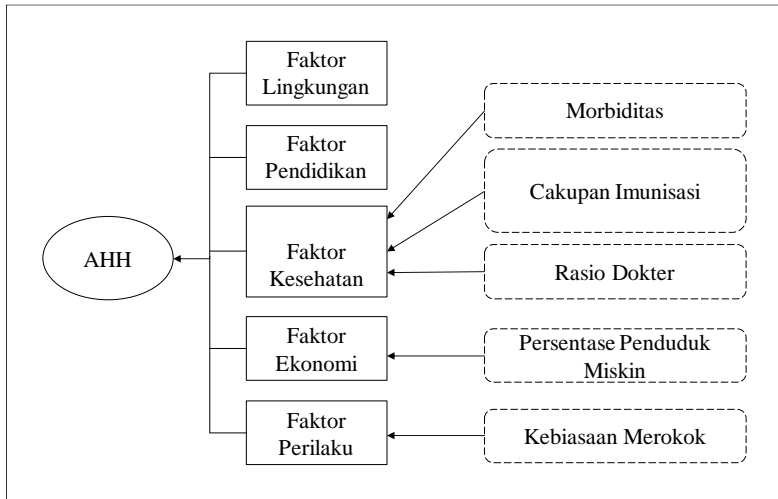
Angka Harapan Hidup saat Lahir (AHH) didefinisikan sebagai rata-rata perkiraan banyak tahun yang dapat ditempuh oleh seseorang sejak lahir. AHH mencerminkan derajat kesehatan suatu masyarakat. AHH dihitung dari hasil Proyeksi SP2010. Untuk dapat berumur panjang, diperlukan kesehatan yang lebih baik. Pembangunan manusia memperluas pilihan-pilihan manusia

dengan mensyaratkan berumur panjang. Proksi umur panjang dan sehat yang digunakan dalam pembangunan manusia adalah indikator angka harapan hidup saat lahir. Indikator ini menjadi indikator penting untuk melihat derajat kesehatan suatu masyarakat. AHH juga sebagai proksi atas penyediaan layanan kesehatan yang baik dan terjangkau sehingga memberikan jaminan kesehatan bagi masyarakat (BPS, 2018).

2.3 Kerangka Konsep

Hendrik L. Blum melalui teori temuannya yaitu Teori BLUM menjelaskan bahwa terdapat 4 faktor utama yang mempengaruhi derajat kesehatan masyarakat yaitu faktor lingkungan, perilaku, pelayanan kesehatan dan keturunan. Dikarenakan angka harapan hidup merupakan refleksi dari derajat kesehatan masyarakat pada suatu daerah sehingga keempat faktor tersebut juga berpengaruh terhadap besar kecilnya AHH. Selain berdasarkan Teori BLUM tersebut, ada banyak penelitian sebelumnya dengan berbagai metode untuk mendapatkan variabel yang berpengaruh signifikan terhadap AHH. Penelitian yang pernah dilakukan oleh Handayani (2014) terhadap derajat kesehatan menyebutkan bahwa faktor ekonomi, faktor pendidikan, faktor lingkungan dan faktor pelayanan kesehatan berpengaruh terhadap derajat kesehatan (Irevanie, 2017). Berdasarkan teori dan penelitian tersebut, maka dibentuklah kerangka konsep yang akan ditunjukkan pada Gambar 2.1.

Dalam penelitian ini digunakan 5 variabel prediktor yang diduga berpengaruh terhadap AHH di Provinsi Papua pada tahun 2017. Pemilihan kelima variabel tersebut berdasar pada Gambar 2.1. Pengaruh dari faktor kesehatan ditunjukkan oleh variabel morbiditas, cakupan imunisasi, serta rasio dokter. Pengaruh faktor ekonomi ditunjukkan oleh persentase penduduk miskin. Sedangkan pengaruh faktor perilaku ditunjukkan oleh variabel kebiasaan merokok.



Gambar 2.1 Kerangka Konsep Penelitian

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data diperoleh dari publikasi Provinsi Papua Dalam Angka 2017 yang diterbitkan oleh BPS Provinsi Papua melalui *website* <http://papua.bps.go.id/>. Data yang diambil adalah data Angka Harapan Hidup dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di Provinsi Papua pada tahun 2017 (BPS, 2018).

3.2 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 1 variabel respon serta 5 variabel prediktor yang akan ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Skala
Y	Angka Harapan Hidup	Rasio
X ₁	Persentase penduduk miskin	Rasio
X ₂	Kebiasaan Merokok	Rasio
X ₃	Cakupan Imunisasi	Rasio
X ₄	Rasio Dokter	Rasio
X ₅	Morbiditas	Rasio

Berikut adalah definisi operasional dari variabel respon dan variabel prediktor yang digunakan (BPS, 2018).

1. Angka Harapan Hidup

Angka Harapan Hidup saat Lahir (AHH) didefinisikan sebagai rata-rata perkiraan banyak tahun yang dapat ditempuh oleh seseorang sejak lahir. Untuk dapat berumur panjang, diperlukan kesehatan yang lebih baik. Pembangunan manusia memperluas pilihan-pilihan manusia dengan mensyaratkan berumur panjang. Proksi umur panjang dan sehat yang digunakan dalam pembangunan manusia adalah indikator angka harapan hidup saat lahir. Indikator ini menjadi indikator penting untuk melihat derajat kesehatan suatu masyarakat. AHH juga sebagai proksi atas penyediaan layanan kesehatan yang baik dan terjangkau sehingga

memberikan jaminan kesehatan bagi masyarakat. Idealnya AHH dihitung berdasarkan Angka Kematian Menurut Umur (*Age Specific Death Rate/ASDR*) yang datanya diperoleh dari catatan registrasi kematian secara bertahun-tahun sehingga dimungkinkan dibuat tabel kematian.

2. Persentase penduduk miskin

Persentase penduduk miskin (*Headcount Index*) merupakan persentase penduduk yang berada di bawah garis kemiskinan. *Headcount Index* secara sederhana mengukur proporsi yang dikategorikan miskin. Persentase penduduk miskin yang tinggi menunjukkan bahwa tingkat kemiskinan di suatu wilayah juga tinggi. Berikut adalah rumus untuk menghitung *Headcount Index*.

$$\text{Persentase penduduk miskin} = \frac{\text{banyaknya penduduk miskin}}{\text{jumlah penduduk}} \times 100\%$$

3. Kebiasaan Merokok

Merokok merupakan aktivitas membakar tembakau kemudian menghisap asapnya baik menggunakan rokok maupun pipa pada sebulan terakhir sampai saat pencacahan. Terdapat dua cara merokok yang umum dilakukan, yaitu pertama menghisap lalu menelan asap rokok ke dalam paru-paru dan dihembuskan; kedua hanya menghisap sampai mulut lalu dihembuskan melalui mulut atau hidung. Variabel kebiasaan merokok yang digunakan dalam penelitian ini adalah persentase penduduk 5 tahun ke atas (laki-laki dan perempuan) yang merokok tembakau setiap hari selama sebulan terakhir.

jumlah penduduk 5 tahun ke atas

$$\text{Kebiasaan merokok} = \frac{\text{yang merokok tembakau setiap hari}}{\text{jumlah penduduk 5 tahun ke atas}} \times 100\%$$

4. Cakupan Imunisasi

Cakupan imunisasi adalah perbandingan antara jumlah anak usia 1-2 tahun yang telah mendapat imunisasi lengkap dengan jumlah anak usia 1-2 tahun, yang dinyatakan dalam persen. Cakupan imunisasi digunakan untuk memberikan gambaran

tentang tingkat pelayanan kesehatan terhadap anak usia 1-2 tahun. Cakupan yang baik minimal 80%. Idealnya, seorang anak mendapatkan seluruh imunisasi dasar sesuai umurnya, sehingga kekebalan tubuh terhadap penyakit-penyakit yang dapat dicegah dengan imunisasi dapat optimal.

$$CI = \frac{\text{jumlah anak usia 1-2 tahun yang imunisasi lengkap}}{\text{jumlah anak usia 1-2 tahun}} \times 100\%$$

5. Rasio Dokter

Rasio dokter terhadap jumlah penduduk adalah perbandingan jumlah dokter terhadap jumlah penduduk pada setiap kabupaten/kota di Provinsi Papua.

$$\text{Rasio Dokter} = \frac{\text{jumlah dokter}}{\text{jumlah penduduk}} \times 100.000$$

6. Morbiditas

Morbiditas merupakan persentase penduduk yang mempunyai keluhan kesehatan. Keluhan kesehatan adalah gangguan terhadap kondisi fisik maupun jiwa, termasuk karena kecelakaan, atau hal lain yang menyebabkan terganggunya kegiatan sehari-hari seperti tidak dapat melakukan kegiatan bekerja, mengurus rumah tangga, dan kegiatan normal sebagaimana biasanya. Semakin tinggi morbiditas, menunjukkan derajat kesehatan penduduk yang semakin buruk.

$$\text{Morbiditas} = \frac{\text{jumlah penduduk yang mengalami keluhan kesehatan dan terganggunya aktivitas}}{\text{jumlah penduduk}} \times 100$$

3.3 Struktur Data

Provinsi Papua terdiri dari 28 kabupaten dan 1 kota. Struktur data yang meliputi Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua dan faktor-faktor yang mempengaruhinya akan ditampilkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Struktur Data

Kabupaten/ Kota	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
1	Y ₍₁₎	X ₁₍₁₎	X ₂₍₁₎	X ₃₍₁₎	X ₄₍₁₎	X ₅₍₁₎
2	Y ₍₂₎	X ₁₍₂₎	X ₂₍₂₎	X ₃₍₂₎	X ₄₍₂₎	X ₅₍₂₎
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
29	Y ₍₂₉₎	X ₁₍₂₉₎	X ₂₍₂₉₎	X ₃₍₂₉₎	X ₄₍₂₉₎	X ₅₍₂₉₎

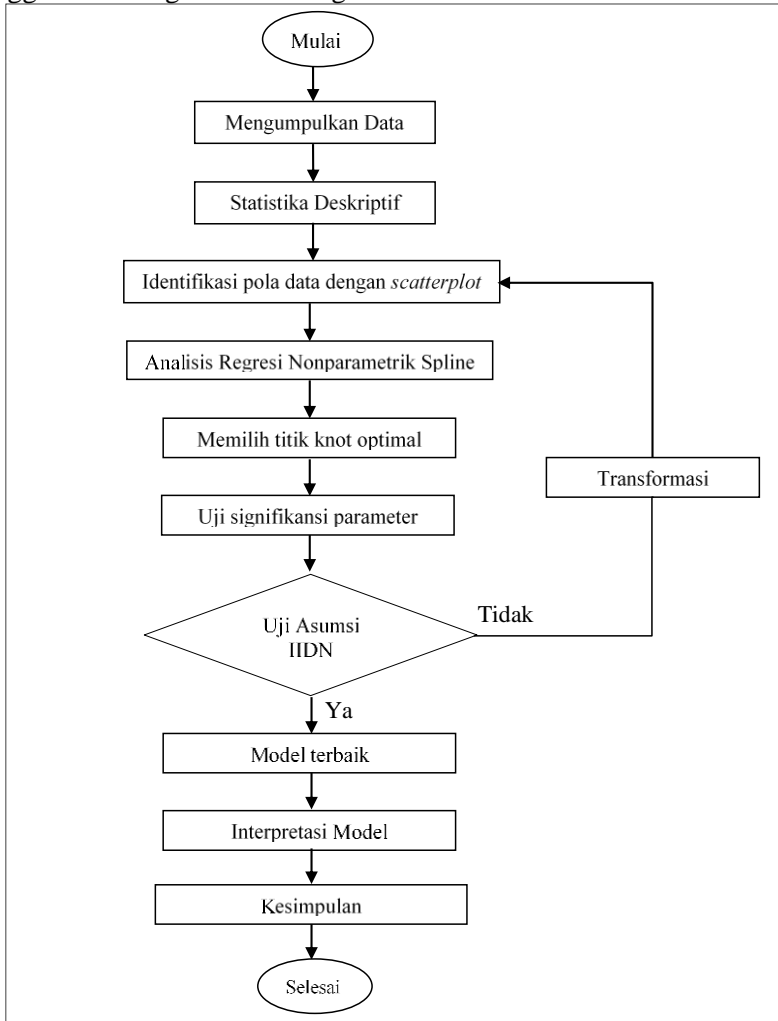
3.4 Langkah Penelitian

Langkah analisis untuk memodelkan AHH dan faktor-faktor yang mempengaruhinya adalah sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data AHH dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di Provinsi Papua.
2. Melakukan analisis karakteristik data AHH dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di Provinsi Papua.
3. Membentuk *scatterplot* antara variabel respon dengan masing-masing variabel prediktor untuk mengidentifikasi pola data.
4. Melakukan pemodelan AHH dan faktor-faktor yang mempengaruhinya dengan regresi Nonparametrik Spline Truncated menggunakan 1, 2, 3, dan kombinasi titik knot.
5. Melakukan pemilihan titik knot yang paling optimal dengan nilai *Generalized Cross Validation* (GCV).
6. Melakukan pemodelan menggunakan Regresi Nonparametrik Spline Truncated dengan menggunakan titik knot optimal yang terpilih.
7. Melakukan uji signifikansi parameter secara serentak dan uji parsial.
8. Melakukan uji asumsi residual IIDN (Identik, Independen, dan berdistribusi Normal).
9. Melakukan transformasi ln pada variabel respon.
10. Mengulangi langkah 3 sampai langkah 8.
11. Menginterpretasikan model yang diperoleh.
12. Membuat kesimpulan.

3.5 Diagram Alir

Berdasarkan langkah analisis diatas maka dapat digambarkan menggunakan diagram alir sebagai berikut.



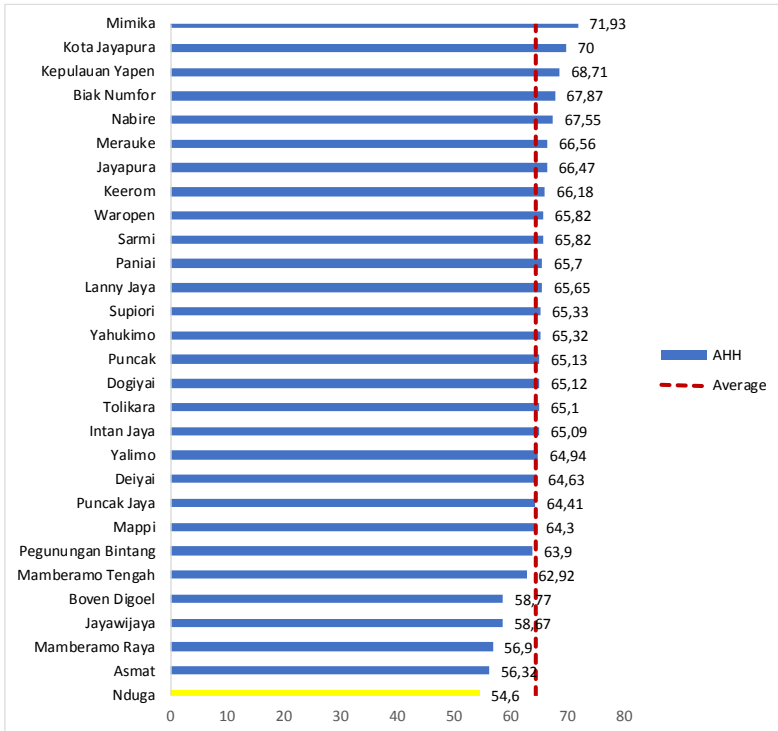
Gambar 3.1 Diagram Alir

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Data

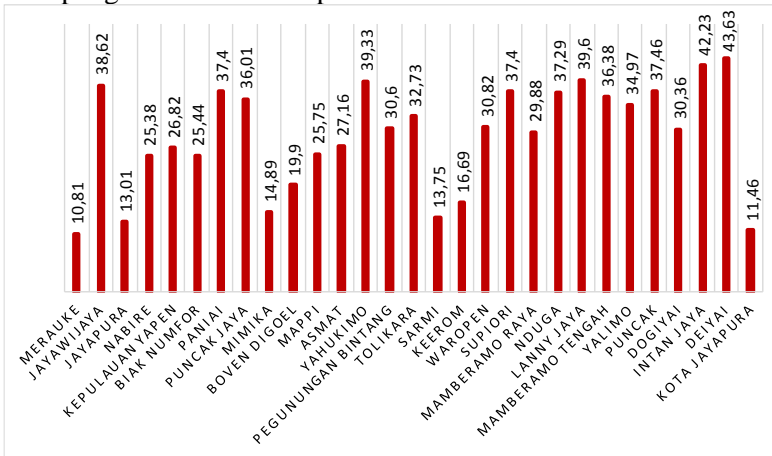
Angka Harapan Hidup terendah di Indonesia terdapat di salah satu kabupaten yang ada di Provinsi Papua. Terdapat beberapa faktor yang diduga mempengaruhi rendahnya Angka Harapan Hidup di kabupaten/kota yang ada di Provinsi Papua. Berikut adalah karakteristik data Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua dan faktor-faktor yang mempengaruhinya pada tahun 2017.



Gambar 4.1 Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua Tahun 2017

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui bahwa rata-rata Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua pada tahun 2017 adalah 64.47 tahun. Angka Harapan Hidup tertinggi terdapat di Kabupaten Mimika yaitu sebesar 71.93 tahun sedangkan Angka Harapan Hidup terendah terdapat di Kabupaten Nduga yaitu sebesar 54.6 tahun. Nilai AHH sebesar 54.6 berarti bayi yang baru lahir di Kabupaten Nduga pada tahun 2017 memiliki peluang untuk bertahan hidup sampai dengan 54.6 tahun saja. Nilai AHH di Kabupaten Nduga ini merupakan nilai AHH yang terkecil di Indonesia.

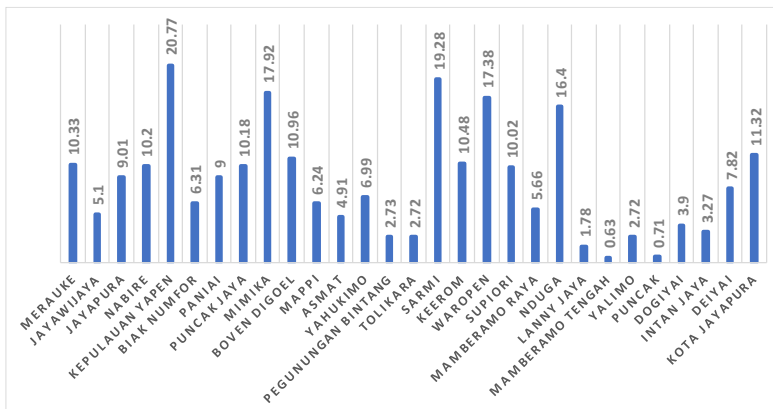
Terdapat beberapa faktor yang diduga mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua. Di dalam penelitian ini akan digunakan 5 faktor yang diduga mempengaruhi AHH di Papua. Berikut adalah karakteristik dari kelima faktor yang diduga mempengaruhi AHH di Papua.



Gambar 4.2 Persentase Penduduk Miskin di Provinsi Papua Tahun 2017

Persentase penduduk miskin di Provinsi Papua sangat beragam. Dari Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa persentase penduduk miskin tertinggi terdapat pada Kabupaten Deiyai. Hal ini disebabkan karena Kabupaten Deiyai merupakan daerah pemekaran dimana ketersediaan sarana dan prasarana penunjang masih terbatas. Selain itu, akses ke pusat-pusat pemasaran juga

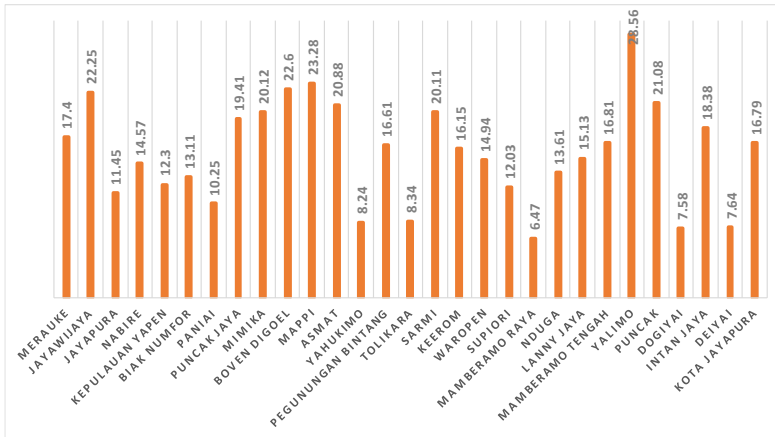
masih terbatas sehingga menyebabkan perekonomian tidak bisa bertumbuh dengan optimal.



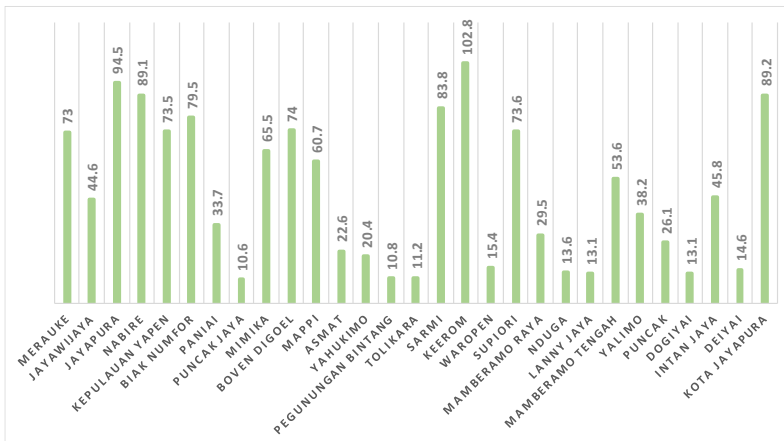
Gambar 4.3 Morbiditas Provinsi Papua Tahun 2017

Gambar 4.3 menunjukkan kondisi morbiditas di Provinsi Papua pada tahun 2017. Dari Gambar 4.3 diketahui bahwa angka kesakitan tertinggi terdapat di Kepulauan Yapen yaitu sebesar 20.77% yang berarti dari 100 orang penduduk terdapat sekitar 20 orang penduduk yang mengeluhkan kesehatannya. Wilayah yang memiliki angka kesakitan terendah terdapat di Kabupaten Mamberamo Tengah. Rendahnya morbiditas di Kabupaten Mamberamo Tengah menunjukkan bahwa derajat kesehatan masyarakat di wilayah tersebut tinggi.

Gambar 4.4 merupakan gambaran kebiasaan merokok masyarakat di Provinsi Papua tahun 2017. Berdasarkan Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa masyarakat dengan kebiasaan merokok terendah terdapat pada Kabupaten Mamberamo Raya yaitu sebesar 6.47%, sedangkan yang tertinggi terdapat pada Kabupaten Yalimo yaitu sebesar 28.56%. Kebiasaan merokok diduga mempengaruhi Angka Harapan Hidup karena merokok adalah kebiasaan buruk yang dapat memicu berbagai macam penyakit.

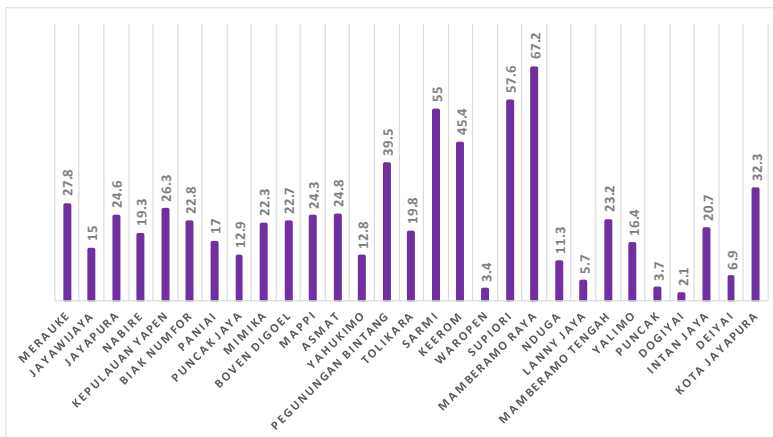


Gambar 4.4 Kebiasaan Merokok Masyarakat Provinsi Papua Tahun 2017



Gambar 4.5 Cakupan Imunisasi di Provinsi Papua Tahun 2017

Gambar 4.5 menunjukkan cakupan imunisasi di Provinsi Papua tahun 2017. Dari Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa wilayah dengan cakupan imunisasi tertinggi adalah Kabupaten Keerom yaitu sebesar 102.8%, sedangkan yang terendah terdapat pada Kabupaten Puncak Jaya yaitu sebesar 10.6%.



Gambar 4.6 Rasio Dokter di Provinsi Papua Tahun 2017

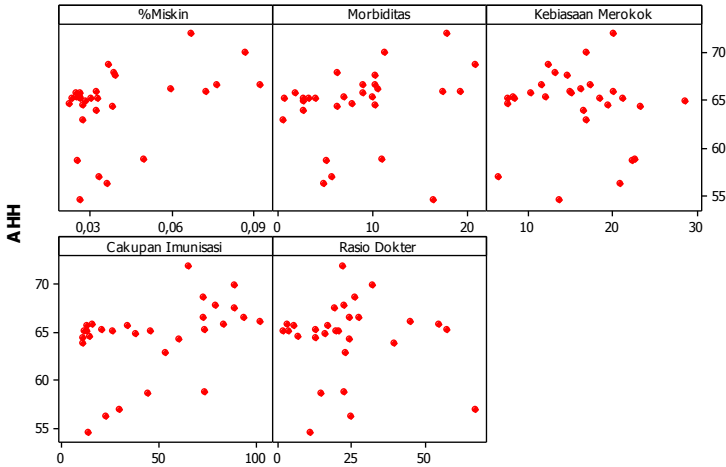
Gambar 4.6 menunjukkan rasio dokter yang ada di Provinsi Papua tahun 2017. Dari Gambar 4.6 dapat diketahui bahwa rasio dokter tertinggi terdapat pada Kabupaten Mamberamo Raya yaitu sebesar 67.2, sedangkan yang terendah terdapat pada Kabupaten Dogiyai yang hanya sebesar 2.1. Terjadi disparitas yang cukup tinggi pada beberapa wilayah di Provinsi Papua. Rasio dokter merupakan salah satu faktor yang penting karena rasio dokter merupakan bagian dari pelayanan kesehatan yang memiliki kaitan yang penting dengan AHH.

4.2 Pemodelan Angka Harapan Hidup Papua Tahun 2017

Pemodelan Angka Harapan Hidup Provinsi Papua dilakukan dengan beberapa tahapan diantaranya adalah identifikasi pola, pemilihan titik knot terbaik, uji parameter, uji asumsi IIDN, dan interpretasi model terbaik.

4.2.1 Identifikasi Pola Hubungan

Langkah awal sebelum melakukan pemodelan dengan metode Regresi Nonparametrik Spline Truncated adalah melihat pola data yang terbentuk. Berikut adalah pola hubungan faktor-faktor yang diduga mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Papua.



Gambar 4.7 Scatterplot AHH dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

Gambar 4.7 menunjukkan pola hubungan antara Angka Harapan Hidup di Papua dengan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya. Dari Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa pola yang terbentuk tidak mengikuti suatu pola tertentu. Ini menunjukkan bahwa estimasi model dengan regresi nonparametrik sesuai untuk digunakan.

4.2.2 Pemilihan Titik Knot Optimal

Titik knot adalah titik yang menunjukkan dimana pola data tersebut berubah. Untuk mendapatkan model regresi nonparametrik spline terbaik harus diperoleh titik knot optimum. Pemilihan titik knot optimum dilakukan dengan metode *Generalized Cross Validation (GCV)*. Titik knot yang paling optimum adalah titik knot dengan nilai GCV yang paling kecil. Pemilihan titik knot dilakukan dengan satu, dua, dan tiga titik knot. Selanjutnya, setelah diperoleh titik knot optimal dengan satu, dua, serta tiga titik knot maka berikutnya dilakukan pemilihan titik knot dengan kombinasi titik knot. Pemilihan dengan kombinasi titik knot dilakukan karena adanya kemungkinan jumlah titik knot

optimal yang berbeda pada setiap variabel prediktor. Hasil dari pemilihan titik knot dengan satu, dua, tiga, serta kombinasi titik knot akan ditampilkan pada Lampiran 9–Lampiran 12.

Selanjutnya, untuk menentukan manakah titik knot optimum yang terpilih maka akan dibandingkan nilai GCV dari model dengan satu, dua, tiga, serta kombinasi titik knot dan dilihat manakah yang memiliki nilai GCV paling minimum seperti berikut ini.

Tabel 4.1 Perbandingan Nilai GCV

Jumlah Titik Knot	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	GCV
1	36.262	23.639	82.102	52.586	16.249	20.8636
2	10.810	6.500	10.600	2.100	0.630	16.5695
	43.630	28.600	102.800	67.200	20.770	
3	30.234	19.580	65.167	40.629	12.550	13.4634
	35.592	23.188	80.220	51.257	15.838	
	42.960	28.149	100.918	65.871	20.359	
Kombinasi (2,3,3,3,3)	10.810	19.580	65.167	40.629	12.550	11.4004
	43.630	23.188	80.220	51.257	15.838	
		28.149	100.918	65.871	20.359	

Dari Tabel 4.1 diketahui bahwa dari hasil pemilihan titik knot dengan satu, dua, tiga, serta kombinasi titik knot maka nilai GCV paling minimum terdapat pada model dengan menggunakan kombinasi titik knot 2,3,3,3,3 yaitu sebesar 11.4. Berikut adalah model dengan kombinasi knot 2,3,3,3,3.

$$\begin{aligned}
 y_i = & \beta_0 + \beta_{1,1}x_{1i} + \beta_{1,2}(x_{1i} - k_{1,1})_+^1 + \beta_{1,3}(x_{1i} - k_{1,2})_+^1 + \beta_{2,1}x_{2i} + \\
 & \beta_{2,2}(x_{2i} - k_{2,1})_+^1 + \beta_{2,3}(x_{2i} - k_{2,2})_+^1 + \beta_{2,4}(x_{2i} - k_{2,3})_+^1 + \\
 & \beta_{3,1}x_{3i} + \beta_{3,2}(x_{3i} - k_{3,1})_+^1 + \beta_{3,3}(x_{3i} - k_{3,2})_+^1 + \beta_{3,4}(x_{3i} - k_{3,3})_+^1 + \\
 & \beta_{4,1}x_{4i} + \beta_{4,2}(x_{4i} - k_{4,1})_+^1 + \beta_{4,3}(x_{4i} - k_{4,2})_+^1 + \beta_{4,4}(x_{4i} - k_{4,3})_+^1 + \\
 & \beta_{5,1}x_{5i} + \beta_{5,2}(x_{5i} - k_{5,1})_+^1 + \beta_{5,3}(x_{5i} - k_{5,2})_+^1 + \beta_{5,4}(x_{5i} - k_{5,3})_+^1 + \varepsilon_i
 \end{aligned}$$

4.2.3 Uji Signifikansi Parameter

Pengujian signifikansi parameter dilakukan untuk mengetahui parameter-parameter yang signifikan dalam pemodelan Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua dengan menggunakan kombinasi titik knot 2,3,3,3,3. Uji signifikansi parameter terdiri dari uji serentak dan uji partial. Uji serentak dilakukan untuk mengetahui signifikansi semua parameter secara serentak. Berikut adalah hasil uji serentak yang akan ditampilkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 ANOVA Uji Serentak

Sumber Variasi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F_{hitung}	$P-value$
Regresi	19	347.0226	18.2643		
Error	9	89.4583	9.9398	1.84	0.1755
Total	28	436.4808			

Tabel 4.2 menunjukkan nilai F_{hitung} yang diperoleh = 1.84 dan $P-value = 0.1755$, sehingga dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0.05 didapatkan keputusan Gagal Tolak H_0 karena $F_{hitung} = 1.84 < F_{(0.05;19;9)} = 2.95$ serta $P-value = 0.1755 > \alpha (0.05)$ yang berarti secara serentak variabel prediktor tidak berpengaruh signifikan terhadap Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua. Dikarenakan hasil uji serentak menunjukkan keputusan Gagal Tolak H_0 maka tidak perlu dilanjutkan ke uji parsial.

4.2.4 Uji Asumsi Residual IIDN

Pemenuhan asumsi residual IIDN sangat diperlukan dalam pemodelan dengan regresi nonparametrik Spline. Berikut adalah hasil pengujian asumsi residual Identik, Independen, Distribusi Normal (IIDN) pada pemodelan AHH di Provinsi Papua.

4.2.4.1 Identik

Uji residual identik dilakukan untuk melihat apakah varians antar residual sama (tidak terjadi heteroskedastisitas) atau tidak (terjadi heteroskedastisitas). Pengujian asumsi identik dilakukan dengan uji Glejser. Tabel 4.3 berikut menunjukkan hasil uji glejser. Taraf signifikan (α) yang digunakan sebesar 0.05.

Tabel 4.3 Analisis Ragam Uji Glejser

Sumber Variasi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F _{hitung}	P _{value}
Regresi	19	4059.525	213.659		
Error	9	841.959	93.551	2.284	0.102
Total	28	4901.484			

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui nilai F_{hitung} yang diperoleh sebesar 2.284 dan P-value sebesar 0.102, sehingga dengan taraf signifikansi (α) sebesar 0.05 didapatkan keputusan Gagal Tolak H_0 karena $F_{hitung} 2.284 < F_{(0.05;19;9)} = 2.95$ serta P-value $0.102 > \alpha (0.05)$ yang berarti residual memenuhi asumsi identik.

4.2.4.2 Independen

Uji residual independen dilakukan untuk melihat apakah terjadi autokorelasi pada residual data atau tidak. Pengujian asumsi identik dilakukan dengan *Run Test*. Berikut adalah hasil pengujian asumsi independen yang akan ditunjukkan pada Tabel 4.4.

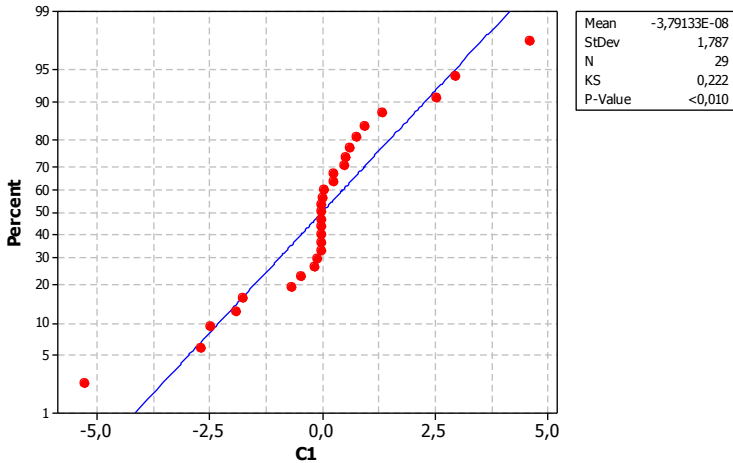
Tabel 4.4 *Run Test*

n_1	n_2	r	r_{bawah}	r_{atas}
16	13	19	9	21

Berdasarkan Tabel 4.4 didapatkan nilai $r = 19$, sehingga dengan taraf signifikansi (α) = 0.05 didapatkan keputusan Gagal Tolak H_0 karena $r > r_{bawah}$ yaitu 9 dan $r < r_{atas}$ yaitu 21 sehingga dapat disimpulkan bahwa residual telah memenuhi asumsi independen.

4.2.4.3 Distribusi Normal

Salah satu pengujian yang dapat digunakan untuk melihat apakah residual memenuhi asumsi distribusi normal atau tidak adalah uji *Kolmogorov-Smirnov*. Berikut adalah hasil pengujian distribusi normal dengan taraf signifikan (α) yang digunakan sebesar 0.05.

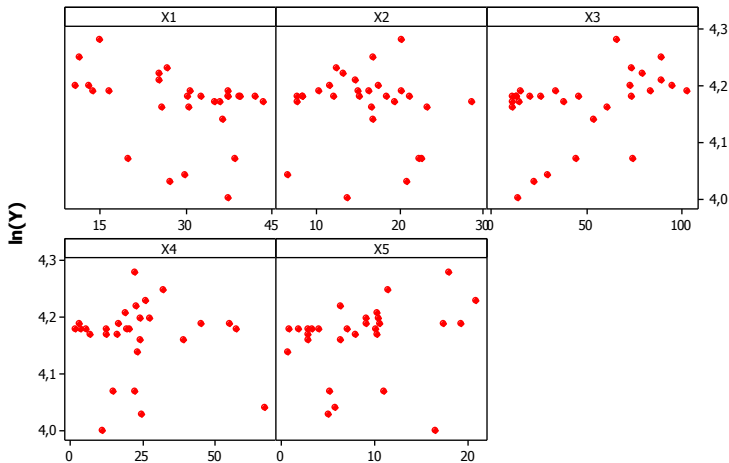


Gambar 4.8 Uji Distribusi Normal

Berdasarkan Gambar 4.8 didapatkan nilai KS sebesar 0.222 dan P-value < 0.010 , sehingga diambil keputusan Tolak H_0 karena nilai $KS = 0.222 > D_{(0.95;29)}$ yaitu 0.221 serta P-value $< \alpha$ (0.05) yang berarti residual tidak berdistribusi normal. Dikarenakan asumsi distribusi normal tidak terpenuhi, maka langkah yang diambil adalah dengan melakukan transformasi. Transformasi yang digunakan adalah transformasi ln pada variabel respon yaitu Angka Harapan Hidup. Berikut adalah hasil pemodelan dengan variabel respon yang sudah ditransformasi.

4.2.5 Identifikasi Pola Hubungan Setelah Transformasi

Untuk mengetahui pola hubungan antara variabel prediktor dengan variabel respon yang sudah ditransformasi maka dilakukan scatterplot. Pola yang dihasilkan ditunjukkan pada Gambar 4.9. Terlihat dari Gambar 4.9 bahwa pola hubungan antara ln dari Angka Harapan Hidup di Papua dengan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya tidak membentuk suatu pola tertentu sehingga ini menunjukkan bahwa estimasi model dengan regresi nonparametrik memang sudah sesuai untuk digunakan.



Gambar 4.9 Scatterplot ln AHH dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

4.2.6 Pemilihan Titik Knot Optimum Setelah Transformasi

Pemilihan titik knot optimum dilakukan dengan metode *Generalized Cross Validation* (GCV). Titik knot yang paling optimum adalah titik knot dengan nilai GCV yang paling kecil. Berikut adalah hasil pemilihan titik knot optimum dengan dengan satu, dua, tiga dan kombinasi knot.

4.2.6.1 Pemilihan Titik Knot dengan Satu Titik Knot

Persamaan berikut menunjukkan pemodelan Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua dengan regresi nonparametrik Spline menggunakan satu titik knot setelah dilakukan transformasi.

$$\ln(y_i) = \beta_0 + \beta_{1,1}x_{1i} + \beta_{1,2}(x_{1i} - k_1)_+^1 + \beta_{2,1}x_{2i} + \beta_{2,2}(x_{2i} - k_2)_+^1 + \beta_{3,1}x_{3i} + \beta_{3,2}(x_{3i} - k_3)_+^1 + \beta_{4,1}x_{4i} + \beta_{4,2}(x_{4i} - k_4)_+^1 + \beta_{5,1}x_{5i} + \beta_{5,2}(x_{5i} - k_5)_+^1 + \varepsilon_i$$

Berikut adalah nilai GCV dan titik knot pada masing-masing variabel prediktor untuk model regresi nonparametrik Spline dengan satu titik knot.

Tabel 4.5 Nilai GCV Satu Titik Knot

X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	GCV
33.583	21.835	74.576	47.278	14.605	0.00616
34.253	22.286	76.457	48.607	15.016	0.00597
34.923	22.737	78.339	49.936	15.427	0.00584
35.592	23.188	80.220	51.265	15.838	0.00578
36.262	23.639	82.102	52.593	16.249	0.00570
36.932	24.090	83.984	53.922	16.660	0.00573
37.602	24.541	85.865	55.251	17.071	0.00583
38.272	24.992	87.747	56.580	17.482	0.00587
38.941	25.443	89.629	57.909	17.893	0.00593
39.611	25.894	91.510	59.237	18.304	0.00602

Berdasarkan Tabel 4.5 didapatkan nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparamterik Spline dengan satu titik knot sebesar 0.00570. Titik knot optimum yang diperoleh berdasarkan nilai GCV tersebut untuk variabel persentase penduduk miskin (X₁) adalah 32.262, untuk variabel rasio dokter (X₂) adalah 23.639, untuk variabel kebiasaan merokok (X₃) adalah 82.102, untuk variabel cakupan imunisasi (X₄) adalah 52.593, serta untuk variabel morbiditas (X₅) adalah 16.249.

4.2.6.2 Pemilihan Titik Knot dengan Dua Titik Knot

Pemodelan Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua menggunakan dua titik knot setelah dilakukan transformasi akan ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$\begin{aligned} \ln(y_i) = & \beta_0 + \beta_{1,1}x_{1i} + \beta_{1,2}(x_{1i} - k_{1,1})_+^1 + \beta_{1,3}(x_{1i} - k_{1,2})_+^1 + \beta_{2,1}x_{2i} + \\ & \beta_{2,2}(x_{2i} - k_{2,1})_+^1 + \beta_{2,3}(x_{2i} - k_{2,2})_+^1 + \beta_{3,1}x_{3i} + \beta_{3,2}(x_{3i} - k_{3,1})_+^1 + \\ & \beta_{3,3}(x_{3i} - k_{3,2})_+^1 + \beta_{4,1}x_{4i} + \beta_{4,2}(x_{4i} - k_{4,1})_+^1 + \beta_{4,3}(x_{4i} - k_{4,2})_+^1 + \\ & \beta_{5,1}x_{5i} + \beta_{5,2}(x_{5i} - k_{5,1})_+^1 + \beta_{5,3}(x_{5i} - k_{5,2})_+^1 + \varepsilon_i \end{aligned}$$

Berikut adalah nilai GCV dan titik knot pada masing-masing variabel prediktor untuk model dengan dua titik knot.

Tabel 4.6 Nilai GCV Dua Titik Knot

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	GCV
10.810	6.500	10.600	2.100	0.630	0.00612
40.951	26.796	95.273	61.895	19.126	
10.810	6.500	10.600	2.100	0.630	0.00616
41.621	27.247	97.155	63.224	19.537	
10.810	6.500	10.600	2.100	0.630	0.00619
42.290	27.698	99.037	64.552	19.948	
10.810	6.500	10.600	2.100	0.630	0.00619
42.960	28.149	100.918	65.881	20.359	
10.810	6.500	10.600	2.100	0.630	0.00453
43.630	28.600	102.800	67.210	20.770	
11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	0.00912
12.150	7.402	14.363	4.758	1.452	
11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	0.00938
12.819	7.853	16.245	6.086	1.863	
11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	0.00778
13.489	8.304	18.127	7.415	2.274	
11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	0.00752
14.159	8.755	20.008	8.744	2.685	
11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	0.00628
14.829	9.206	21.890	10.073	3.096	

Berdasarkan Tabel 4.6 didapatkan nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparamterik Spline dengan dua titik knot sebesar 0.00453. Titik knot optimum yang diperoleh berdasarkan nilai GCV tersebut untuk variabel persentase penduduk miskin (X_1) adalah 10.81 dan 46.63, untuk kebiasaan merokok (X_2) adalah 6.5 dan 28.6, untuk variabel cakupan imunisasi (X_3) adalah 10.6 dan 102.8, untuk variabel rasio dokter (X_4) adalah 2.1 dan 67.21, serta untuk variabel morbiditas (X_5) adalah 0.63 dan 20.77.

4.2.6.3 Pemilihan Titik Knot dengan Tiga Titik Knot

Pemodelan Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua dengan regresi nonparamterik Spline menggunakan tiga titik knot setelah dilakukan transformasi akan ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$\begin{aligned} \ln(y_i) = & \beta_0 + \beta_{1,1}x_{1i} + \beta_{1,2}(x_{1i} - k_{1,1})_+^1 + \beta_{1,3}(x_{1i} - k_{1,2})_+^1 + \beta_{1,4}(x_{1i} - k_{1,3})_+^1 + \\ & \beta_{2,1}x_{2i} + \beta_{2,2}(x_{2i} - k_{2,1})_+^1 + \beta_{2,3}(x_{2i} - k_{2,2})_+^1 + \beta_{2,4}(x_{2i} - k_{2,3})_+^1 + \\ & \beta_{3,1}x_{3i} + \beta_{3,2}(x_{3i} - k_{3,1})_+^1 + \beta_{3,3}(x_{3i} - k_{3,2})_+^1 + \beta_{3,4}(x_{3i} - k_{3,3})_+^1 + \\ & \beta_{4,1}x_{4i} + \beta_{4,2}(x_{4i} - k_{4,1})_+^1 + \beta_{4,3}(x_{4i} - k_{4,2})_+^1 + \beta_{4,4}(x_{4i} - k_{4,3})_+^1 + \\ & \beta_{5,1}x_{5i} + \beta_{5,2}(x_{5i} - k_{5,1})_+^1 + \beta_{5,3}(x_{5i} - k_{5,2})_+^1 + \beta_{5,4}(x_{5i} - k_{5,3})_+^1 + \varepsilon_i \end{aligned}$$

Berikut adalah nilai GCV dan titik knot pada masing-masing variabel prediktor untuk model dengan tiga titik knot.

Tabel 4.7 Nilai GCV Tiga Titik Knot

X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	GCV
20.857	13.265	38.824	22.032	6.795	0.00692
21.527	13.716	40.706	23.360	7.206	
22.866	14.618	44.469	26.018	8.028	
20.857	13.265	38.824	22.032	6.795	0.00365
21.527	13.716	40.706	23.360	7.206	
23.536	15.069	46.351	27.347	8.439	
20.857	13.265	38.824	22.032	6.795	0.00430
21.527	13.716	40.706	23.360	7.206	
24.206	15.520	48.233	28.676	8.850	
20.857	13.265	38.824	22.032	6.795	0.00606
21.527	13.716	40.706	23.360	7.206	
24.876	15.971	50.114	30.004	9.261	
20.857	13.265	38.824	22.032	6.795	0.00447
21.527	13.716	40.706	23.360	7.206	
25.546	16.422	51.996	31.333	9.672	

Berdasarkan Tabel 4.7 didapatkan nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparamterik Spline dengan tiga titik knot sebesar 0.00365. Titik knot optimum yang diperoleh berdasarkan nilai GCV tersebut untuk variabel persentase penduduk miskin (X₁) adalah 20.857, 21.527, dan 23.536, untuk variabel kebiasaan merokok (X₂) adalah 13.265, 13.716, dan 15.069, untuk variabel cakupan imunisasi (X₃) adalah 38.824, 40.706, dan 46.351, untuk

variabel rasio dokter (X_4) adalah 22.032, 23.360, dan 27.347, serta untuk variabel morbiditas (X_5) adalah 6.795, 7.206, dan 8.439.

4.2.6.4 Pemilihan Titik Knot dengan Kombinasi Titik Knot

Selanjutnya, setelah diperoleh titik knot optimal dengan satu, dua, serta tiga titik knot maka berikutnya akan dilakukan pemilihan titik knot dengan kombinasi titik knot. Pemilihan dengan kombinasi titik knot dilakukan karena adanya kemungkinan jumlah titik knot optimal yang berbeda pada setiap variabel prediktor. Nilai GCV dan titik knot pada masing-masing variabel prediktor untuk model regresi nonparametrik Spline dengan kombinasi titik knot setelah dilakukan transformasi ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Nilai GCV Kombinasi Titik Knot

Kombinasi	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	GCV
3,3,3,2,2	20.857	13.265	38.824	2.100	0.630	0.00425
	21.527	13.716	40.706	67.210	20.770	
	23.536	15.069	46.351			
3,3,3,2,3	20.857	13.265	38.824	2.100	6.795	0.00597
	21.527	13.716	40.706	67.210	7.206	
	23.536	15.069	46.351		8.439	
3,3,3,3,1	20.857	13.265	38.824	22.032	16.249	0.00282
	21.527	13.716	40.706	23.360		
	23.536	15.069	46.351	27.347		
3,3,3,3,2	20.857	13.265	38.824	22.032	0.630	0.00251
	21.527	13.716	40.706	23.360	20.770	
	23.536	15.069	46.351	27.347		
3,3,3,3,3	20.857	13.265	38.824	22.032	6.795	0.00365
	21.527	13.716	40.706	23.360	7.206	
	23.536	15.069	46.351	27.347	8.439	

Berdasarkan Tabel 4.8 didapatkan nilai GCV paling minimum untuk model regresi nonparametrik Spline dengan kombinasi titik knot sebesar 0.00251 yaitu pada kombinasi 3,3,3,3,2. Titik knot optimum yang diperoleh berdasarkan nilai GCV tersebut tiga titik knot untuk variabel persentase penduduk miskin (X_1) yaitu 20.857, 21.527, dan 23.536, tiga titik knot untuk variabel kebiasaan

merokok (X_2) yaitu 13.265, 13.716, dan 15.069, tiga titik knot untuk variabel cakupan imunisasi (X_3) yaitu 38.824, 40.706, dan 46.351, tiga titik knot untuk variabel rasio dokter (X_4) yaitu 22.032, 23.360, dan 27.347, serta dua titik knot untuk variabel morbiditas (X_5) yaitu 0.63 dan 20.77.

Selanjutnya, untuk memperoleh titik knot optimum yang terpilih maka akan dibandingkan nilai GCV dari model dengan satu, dua, tiga, serta kombinasi titik knot dan dilihat manakah yang memiliki nilai GCV paling minimum. Berikut adalah perbandingan nilai GCV pada model dengan satu, dua, tiga, serta kombinasi titik knot setelah dilakukan transformasi.

Tabel 4.9 Perbandingan Nilai GCV Setelah Transformasi

Model	GCV
Satu Titik Knot	0.00570
Dua Titik Knot	0.00453
Tiga Titik Knot	0.00365
Kombinasi Titik Knot (3,3,3,3,2)	0.00251

Berdasarkan Tabel 4.9 diketahui bahwa dari hasil pemilihan titik knot dengan satu, dua, tiga, serta kombinasi titik knot maka nilai GCV paling minimum terdapat pada model dengan menggunakan kombinasi titik knot 3,3,3,3,2 yaitu sebesar 0.00251. Sehingga model regresi nonparametrik Spline terbaik setelah dilakukan transformasi adalah model dengan menggunakan kombinasi titik knot 3,3,3,3,2 seperti berikut.

$$\begin{aligned} \ln(y_i) = & \beta_0 + \beta_{1,1}x_{1i} + \beta_{1,2}(x_{1i} - k_{1,1})_+^1 + \beta_{1,3}(x_{1i} - k_{1,2})_+^1 + \beta_{1,4}(x_{1i} - k_{1,3})_+^1 + \\ & \beta_{2,1}x_{2i} + \beta_{2,2}(x_{2i} - k_{2,1})_+^1 + \beta_{2,3}(x_{2i} - k_{2,2})_+^1 + \beta_{2,4}(x_{2i} - k_{2,3})_+^1 + \\ & \beta_{3,1}x_{3i} + \beta_{3,2}(x_{3i} - k_{3,1})_+^1 + \beta_{3,3}(x_{3i} - k_{3,2})_+^1 + \beta_{3,4}(x_{3i} - k_{3,3})_+^1 + \\ & \beta_{4,1}x_{4i} + \beta_{4,2}(x_{4i} - k_{4,1})_+^1 + \beta_{4,3}(x_{4i} - k_{4,2})_+^1 + \beta_{4,4}(x_{4i} - k_{4,3})_+^1 + \\ & \beta_{5,1}x_{5i} + \beta_{5,2}(x_{5i} - k_{5,1})_+^1 + \beta_{5,3}(x_{5i} - k_{5,2})_+^1 + \varepsilon_i \end{aligned}$$

4.2.7 Uji Signifikansi Parameter Setelah Transformasi

Selanjutnya untuk mengetahui parameter-parameter yang signifikan setelah variabel respon ditransformasi maka dilakukan uji signifikansi parameter secara serentak dan individu seperti berikut.

4.2.7.1 Uji Serentak

Uji serentak dilakukan untuk mengetahui signifikansi semua parameter secara serentak dalam pemodelan Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua. Pengujian dilakukan dengan taraf signifikansi (α) = 0.05. Berikut adalah hasil uji serentak yang akan ditampilkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 ANOVA Uji Serentak Setelah Transformasi

Sumber Variasi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F_{hitung}	P -value
Regresi	19	0.1038	0.0055		
Error	9	0.0124	0.0014	3.98	0.0194
Total	28	0.1161			

Tabel 4.10 menunjukkan bahwa setelah dilakukan transformasi nilai F_{hitung} yang diperoleh = 3.98 dan P -value = 0.0194, sehingga dengan taraf signifikansi (α) = 0.05 didapatkan keputusan Tolak H_0 karena $F_{hitung} = 3.98 > F_{(0.05;19;9)} = 2.95$ serta P -value = 0.0194 < α (0.05) yang berarti minimal terdapat satu parameter yang tidak sama dengan nol. Ini menunjukkan bahwa secara serentak, minimal terdapat satu parameter yang signifikan terhadap Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua.

4.2.7.2 Uji Parsial

Selanjutnya dilakukan uji parsial untuk mengetahui parameter mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap AHH di Provinsi Papua. Taraf signifikansi (α) yang digunakan = 0.05.

Tabel 4.11 Estimasi Parameter Hasil Uji Parsial

Parameter	Estimasi Parameter	t_{hitung}	P -value	Keputusan
$\beta_{1,1}$	-0.015	-2.251	0.051	Tidak signifikan
$\beta_{1,2}$	0.048	2.655	0.026	Signifikan
$\beta_{1,3}$	0.022	2.625	0.028	Signifikan
$\beta_{1,4}$	-0.055	-2.633	0.027	Signifikan
$\beta_{2,1}$	0.007	0.854	0.415	Tidak signifikan
$\beta_{2,2}$	-0.692	-4.547	0.001	Signifikan

Tabel 4.11 Estimasi Parameter Hasil Uji Parsial

Parameter	Estimasi Parameter	t_{hitung}	P-value	Keputusan
$\beta_{2,3}$	0.906	4.742	0.001	Signifikan
$\beta_{2,4}$	-0.223	-4.553	0.001	Signifikan
$\beta_{3,1}$	-0.001	-0.387	0.708	Tidak signifikan
$\beta_{3,2}$	-0.264	-3.300	0.009	Signifikan
$\beta_{3,3}$	0.367	3.349	0.009	Signifikan
$\beta_{3,4}$	-0.101	-3.291	0.009	Tidak signifikan
$\beta_{4,1}$	0.000	0.078	0.940	Tidak signifikan
$\beta_{4,2}$	-0.114	-3.696	0.005	Signifikan
$\beta_{4,3}$	0.130	3.199	0.011	Signifikan
$\beta_{4,4}$	-0.017	-1.028	0.331	Tidak signifikan
$\beta_{5,1}$	1.138	33.090	0.000	Signifikan
$\beta_{5,2}$	-1.136	-32.282	1.29E-10	Signifikan
$\beta_{5,3}$	0.033	0.104	0.920	Signifikan

Berdasarkan Tabel 4.11 dapat diketahui bahwa setelah dilakukan transformasi ln pada variabel respon maka semua variabel prediktor telah signifikan. Ini menunjukkan bahwa persentase penduduk miskin, kebiasaan merokok, cakupan imunisasi, rasio dokter, serta morbiditas berpengaruh signifikan terhadap Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua. Model regresi nonparametrik Spline terbaik yang diperoleh adalah:

$$\begin{aligned} \ln(\hat{y}_i) = & 3.609 - 0.015x_{1i} + 0.047(x_{1i} - 20.857)_+^1 + 0.022(x_{1i} - 21.527)_+^1 - \\ & 0.055(x_{1i} - 23.536)_+^1 + 0.007x_{2i} - 0.692(x_{2i} - 13.265)_+^1 + \\ & 0.906(x_{2i} - 13.716)_+^1 - 0.223(x_{2i} - 15.069)_+^1 - 0.001x_{3i} - \\ & 0.264(x_{3i} - 38.824)_+^1 + 0.366(x_{3i} - 40.706)_+^1 - 0.101(x_{3i} - 46.351)_+^1 + \\ & 0.0001x_{4i} - 0.114(x_{4i} - 22.032)_+^1 + 0.130(x_{4i} - 23.360)_+^1 - \\ & 0.017(x_{4i} - 27.347)_+^1 + 1.138x_{5i} - 1.136(x_{5i} - 0.630)_+^1 + \\ & 0.033(x_{5i} - 20.770)_+^1 \end{aligned}$$

Nilai R^2 yang dihasilkan sebesar 89.35% yang berarti model regresi nonparametrik Spline setelah dilakukan transformasi mampu menjelaskan variabilitas Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua sebesar 89.35%. Hal ini menunjukkan bahwa model yang dihasilkan sudah cukup baik karena nilai R^2 mendekati 100%.

4.2.8 Uji Asumsi Residual IIDN Setelah Transformasi

Pemenuhan asumsi residual IIDN sangat diperlukan dalam pemodelan dengan regresi nonparametrik Spline. Berikut adalah hasil pengujian asumsi residual Identik, Independen, Distribusi Normal (IIDN) pada pemodelan AHH di Provinsi Papua setelah dilakukan transformasi.

4.2.8.1 Identik

Pengujian asumsi identik dilakukan dengan uji Glejser. Tabel 4.12 berikut menunjukkan hasil uji glejser. Taraf signifikan (α) yang digunakan = 0.05.

Tabel 4.12 Analisis Ragam Uji Glejser Setelah Transformasi

Sumber Variasi	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F_{hitung}	P_{value}
Regresi	19	4488.83	236.254		
Error	9	797.13	88.57	2.67	0.067
Total	28	5285.96			

Berdasarkan Tabel 4.12 dapat diketahui nilai F_{hitung} yang diperoleh = 2.67 dan P -value = 0.067, sehingga dengan taraf signifikansi (α) = 0.05 didapatkan keputusan Gagal Tolak H_0 karena $F_{hitung} = 2.67 < F_{(0.05;19;9)} = 2.95$ serta P -value = 0.067 $> \alpha$ (0.05) yang berarti residual memenuhi asumsi identik.

4.2.8.2 Independen

Uji residual independen dilakukan untuk melihat apakah terjadi autokorelasi pada residual data atau tidak. Pengujian asumsi independen dilakukan dengan *Run Test*. Berikut adalah hasil pengujian asumsi independen setelah dilakukan transformasi.

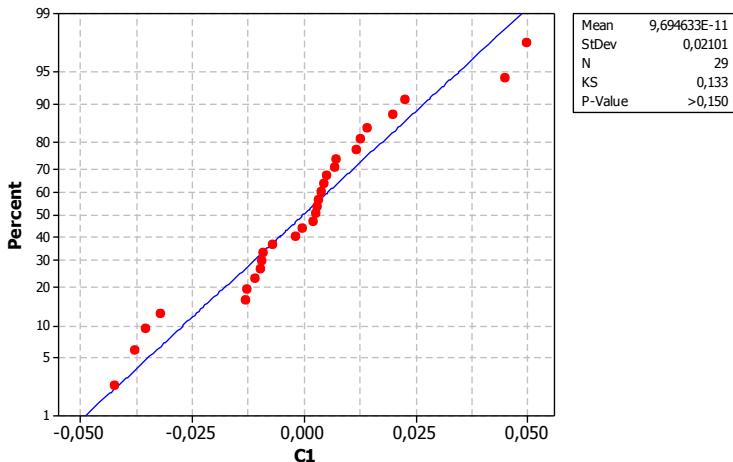
Tabel 4.13 *Run Test* Setelah Transformasi

n_1	n_2	r	r_{bawah}	r_{atas}
17	12	20	9	21

Berdasarkan Tabel 4.13 didapatkan nilai $r = 20$, sehingga dengan taraf signifikansi (α) = 0.05 didapatkan keputusan Gagal Tolak H_0 karena $r > r_{\text{bawah}}$ yaitu 9 dan $r < r_{\text{atas}}$ yaitu 21 sehingga dapat disimpulkan bahwa residual telah memenuhi asumsi independen.

4.2.8.3 Distribusi Normal

Salah satu pengujian yang dapat digunakan untuk melihat apakah residual memenuhi asumsi distribusi normal atau tidak adalah uji *Kolmogorov-Smirnov*. Hasil pengujian distribusi normal setelah dilakukan transformasi terdapat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Uji Distribusi Normal Setelah Transformasi

Dari Gambar 4.10 didapatkan nilai KS sebesar 0.133 dan P-value > 0.150 sehingga dengan taraf signifikansi (α) = 0.05 maka dapat diambil keputusan Gagal Tolak H_0 karena nilai $KS = 0.133 > D_{(0.95;29)}$ yaitu 0.221 serta P-value $> \alpha$ (0.05) sehingga dapat disimpulkan bahwa setelah dilakukan transformasi residual telah memenuhi asumsi distribusi normal.

4.2.9 Interpretasi Model Terbaik

Berdasarkan hasil pengujian asumsi IIDN yang sudah terpenuhi, maka selanjutnya model terbaik dapat diinterpretasi. Model terbaik ditunjukkan oleh persamaan berikut.

$$\begin{aligned} \ln(\hat{y}_i) = & 3.609 - 0.015x_{1i} + 0.047(x_{1i} - 20.857)_+^1 + 0.022(x_{1i} - 21.527)_+^1 - \\ & 0.055(x_{1i} - 23.536)_+^1 + 0.007x_{2i} - 0.692(x_{2i} - 13.265)_+^1 + \\ & 0.906(x_{2i} - 13.716)_+^1 - 0.223(x_{2i} - 15.069)_+^1 - 0.001x_{3i} - \\ & 0.264(x_{3i} - 38.824)_+^1 + 0.366(x_{3i} - 40.706)_+^1 - 0.101(x_{3i} - 46.351)_+^1 + \\ & 0.0001x_{4i} - 0.114(x_{4i} - 22.032)_+^1 + 0.130(x_{4i} - 23.360)_+^1 - \\ & 0.017(x_{4i} - 27.347)_+^1 + 1.138x_{5i} - 1.136(x_{5i} - 0.630)_+^1 + \\ & 0.033(x_{5i} - 20.770)_+^1 \end{aligned}$$

Berdasarkan model pada persamaan tersebut maka dapat diberikan interpretasi sebagai berikut:

1. Jika X_2 , X_3 , X_4 dan X_5 dianggap konstan, maka pengaruh persentase penduduk miskin terhadap AHH di Papua adalah:

$$\begin{aligned} \ln(\hat{y}_i) = & 3.609 - 0.015x_{1i} + 0.047(x_{1i} - 20.857)_+^1 + 0.022(x_{1i} - 21.527)_+^1 - \\ & 0.055(x_{1i} - 23.536)_+^1 \\ = & \begin{cases} 3.609 - 0.015x_{1i} & , x_{1i} < 20.857 \\ 2.629 + 0.032x_{1i} & , 20.857 \leq x_{1i} < 21.527 \\ 2.155 + 0.054x_{1i} & , 21.527 \leq x_{1i} < 23.536 \\ 3.449 - 0.001x_{1i} & , x_{1i} \geq 23.536 \end{cases} \end{aligned}$$

Model menunjukkan bahwa apabila persentase penduduk miskin antara 20.86% hingga 21.53% naik 1% maka ln dari Angka Harapan Hidup akan naik sebesar 0.032 tahun. Apabila persentase penduduk miskin antara 21.53% hingga 23.54% naik 1% maka ln dari Angka Harapan Hidup akan naik sebesar 0.054 tahun. Tidak ada wilayah yang termasuk dalam kedua interval ini. Apabila persentase penduduk miskin >23.54% naik 1% maka ln dari Angka Harapan Hidup akan turun sebesar 0.001 tahun. Wilayah yang

termasuk dalam interval ini adalah kabupaten Nabire, Biak Numfor, Mappi, Kepulauan Yapen, Asmat, Mamberamo Raya, Dogiyai, Waropen, Pegunungan Bintang, Tolikara, Yalimo, Puncak Jaya, Mamberamo Tengah, Nduga, Paniai, Supiori, Puncak, Jayawijaya, Yahukimo, Lanny Jaya, Intan Jaya, dan Deiyai.

2. Jika X_1 , X_2 , X_4 dan X_5 dianggap konstan, maka pengaruh kebiasaan merokok terhadap AHH di Papua adalah:

$$\ln(\hat{y}_i) = 3.609 + 0.007x_{2i} - 0.692(x_{2i} - 13.265)_+^1 + 0.906(x_{2i} - 13.716)_+^1 - 0.223(x_{2i} - 15.069)_+^1$$

$$= \begin{cases} 3.609 + 0.007x_{2i} & , x_{2i} < 13.265 \\ 12.788 - 0.685x_{2i} & , 13.265 \leq x_{2i} < 13.716 \\ 0.361 + 0.221x_{2i} & , 13.716 \leq x_{2i} < 15.069 \\ 3.721 - 0.002x_{2i} & , x_{2i} \geq 15.069 \end{cases}$$

Model menunjukkan bahwa apabila kebiasaan merokok antara 13.26% hingga 13.72% naik 1% maka \ln dari Angka Harapan Hidup akan turun sebesar 0.685 tahun. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kabupaten Nduga. Apabila kebiasaan merokok antara 13.72% hingga 15.07% naik 1% maka \ln dari Angka Harapan Hidup akan naik sebesar 0.221 tahun. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah kabupaten Nabire dan Waropen. Hal ini disebabkan karena Nabire memang memiliki fasilitas kesehatan yang baik terlihat dari jumlah puskesmas yang terbanyak ke-3 di Provinsi Papua serta rasio perawat dan bidan yang sudah melebihi Target Indikator Indonesia sehingga AHH-nya tetap tinggi. Apabila kebiasaan merokok lebih dari 15.07% naik 1% maka \ln dari Angka Harapan Hidup akan turun sebesar 0.002 tahun. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah Kabupaten Lanny Jaya, Keerom, Pegunungan Bintang, Mamberamo Tengah, Kota Jayapura, Merauke, Intan Jaya, Puncak

Jaya, Mimika, Sarmi, Asmat, Puncak, Jayawijaya, Boven Digoel, Mappi, serta Yalimo.

3. Jika X_1 , X_2 , X_4 dan X_5 dianggap konstan, maka pengaruh cakupan imunisasi terhadap Angka Harapan Hidup di Papua adalah:

$$\ln(\hat{y}_i) = 3.609 - 0.001x_{3i} - 0.264(x_{3i} - 38.824)_+^1 + 0.366(x_{3i} - 40.706)_+^1 - 0.101(x_{3i} - 46.351)_+^1$$

$$= \begin{cases} 3.609 - 0.001x_{3i} & , x_{3i} < 38.824 \\ 13.858 - 0.265x_{3i} & , 38.824 \leq x_{3i} < 40.706 \\ -1.040 + 0.101x_{3i} & , 40.706 \leq x_{3i} < 46.351 \\ 3.632 - 0.0007x_{3i} & , x_{3i} \geq 46.351 \end{cases}$$

Model menunjukkan bahwa apabila cakupan imunisasi antara 38.82% hingga 40.71% naik 1% maka \ln dari Angka Harapan Hidup akan turun sebesar 0.265 tahun. Tidak ada wilayah yang termasuk dalam interval ini. Apabila cakupan imunisasi antara 40.71% hingga 46.35% naik 1% maka \ln dari Angka Harapan Hidup akan naik sebesar 0.101 tahun. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah Kabupaten Jayawijaya dan Kabupaten Intan Jaya. Apabila cakupan imunisasi lebih dari 46.35% naik 1% maka \ln dari Angka Harapan Hidup akan turun sebesar 0.0007 tahun. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah Kabupaten Mamberamo Tengah, Mappi, Mimika, Merauke, Kepulauan Yapen, Supiori, Boven Digoel, Biak Numfor, Sarmi, Nabire, Kota Jayapura, Jayapura, dan Keerom. Hal ini disebabkan karena 6 dari 13 wilayah tersebut masih memiliki persentase penduduk miskin yang cukup tinggi yaitu diatas 25% sehingga sekalipun cakupan imunisasi di wilayah-wilayah ini naik belum tentu Angka Harapan Hidupnya juga akan meningkat.

4. Jika X_1 , X_2 , X_3 dan X_5 dianggap konstan, maka pengaruh rasio dokter terhadap Angka Harapan Hidup di Papua adalah:

$$\ln(\hat{y}_i) = 3.609 + 0.0001x_{4i} - 0.114(x_{4i} - 22.032)_+^1 + 0.130(x_{4i} - 23.360)_+^1 - 0.017(x_{4i} - 27.347)_+^1$$

$$= \begin{cases} 3.609 + 0.0001x_{4i} & , x_{4i} < 22.032 \\ 6.121 - 0.1139x_{4i} & , 22.032 \leq x_{4i} < 23.360 \\ 3.084 + 0.0161x_{4i} & , 23.360 \leq x_{4i} < 27.347 \\ 3.549 - 0.0009x_{4i} & , x_{4i} \geq 27.347 \end{cases}$$

Model menunjukkan bahwa apabila rasio dokter antara 22.03 hingga 23.36 naik 1 satuan maka \ln dari Angka Harapan Hidup akan turun sebesar 0.1139 tahun. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah Kabupaten Mimika, Boven Digoel, Biak Numfor, dan Mamberamo Tengah. Hal ini disebabkan karena sebagian besar dari wilayah ini masuk dalam 10 besar kabupaten dengan *Case Notification Rate* (CNR) Kasus Baru TB Paru BTA+ tertinggi di Provinsi Papua yang diduga disebabkan karena kebiasaan merokoknya yang masih cukup tinggi sehingga sekalipun rasio dokter pada interval ini naik tidak menjamin AHH-nya juga akan naik apabila warganya kurang menjaga pola hidup yang sehat. Apabila rasio dokter antara 23.36 hingga 27.35 naik 1 satuan maka \ln dari Angka Harapan Hidup akan naik sebesar 0.0161 tahun. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah Kabupaten Mappi, Jayapura, Asmat, dan Kepulauan Yapen.

5. Jika X_1 , X_2 , X_3 dan X_4 dianggap konstan, maka pengaruh morbiditas terhadap Angka Harapan Hidup di Papua adalah:

$$\ln(\hat{y}_i) = 3.609 + 1.138x_{5i} - 1.136(x_{5i} - 0.630)_+^1 + 0.033(x_{5i} - 20.770)_+^1$$

$$= \begin{cases} 3.609 + 1.138x_{5i} & , x_{5i} < 0.630 \\ 4.325 + 0.002x_{5i} & , 0.630 \leq x_{5i} < 20.770 \\ 3.640 + 0.035x_{5i} & , x_{5i} \geq 20.770 \end{cases}$$

Model menunjukkan bahwa apabila morbiditas kurang dari 0.63% naik 1% maka \ln dari Angka Harapan Hidup akan naik sebesar 1.138 tahun. Tidak ada wilayah yang termasuk dalam interval ini. Apabila morbiditas antara 0.63% hingga 20.77% naik 1% maka \ln dari Angka Harapan Hidup akan naik sebesar 0.002 tahun. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah semua kabupaten/kota yang ada di Provinsi Papua.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh terkait dengan pemodelan Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua tahun 2017 adalah sebagai berikut.

1. Rata-rata Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua pada tahun 2017 adalah 64.47. Angka Harapan Hidup tertinggi terdapat di Kabupaten Mimika yaitu sebesar 71.93 sedangkan Angka Harapan Hidup terendah terdapat di Kabupaten Nduga yaitu sebesar 54.6. Nilai AHH sebesar 54.6 berarti bayi yang baru lahir di Kabupaten Nduga pada tahun 2017 memiliki peluang untuk bertahan hidup sampai dengan 54.6 tahun saja. Nilai Angka Harapan Hidup di Kabupaten Nduga ini merupakan nilai AHH yang terendah di Indonesia.
2. Model regresi nonparametrik Spline terbaik untuk memodelkan Angka Harapan Hidup di Provinsi Papua pada tahun 2017 adalah model dengan menggunakan kombinasi titik knot 3,3,3,3,2. Nilai R^2 yang diperoleh cukup tinggi yaitu sebesar 89.35% dengan variabel prediktor yang berpengaruh yaitu persentase penduduk miskin, kebiasaan merokok, cakupan imunisasi, rasio dokter, serta morbiditas.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka berikut adalah beberapa saran yang dapat diberikan.

1. Hendaknya pemerintah lebih fokus dalam mengembangkan daerah-daerah yang masih tertinggal terlebih dalam hal ketersediaan fasilitas kesehatan serta tenaga medis yang masih sangat minim mengingat faktor kesehatan merupakan salah satu faktor yang berperan penting dalam mempengaruhi Angka Harapan Hidup. Beberapa daerah di Provinsi Papua seperti di Kabupaten Dogiyai, Waropen, Puncak, Lanny Jaya, dan Deiyai memiliki jumlah dokter yang masih jauh dibawah

Target Indikator Indonesia Sehat sehingga masih memerlukan tambahan tenaga medis untuk wilayah-wilayah tersebut.

2. Saran untuk penelitian selanjutnya supaya dapat mencoba melibatkan variabel-variabel dari faktor pembentuk Angka Harapan Hidup yang lainnya seperti faktor keturunan, faktor lingkungan, serta faktor pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. (2013). *Indeks Pembangunan Manusia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- BPS. (2015). *Indeks Pembangunan Manusia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- BPS. (2018). *Provinsi Papua Dalam Angka 2018*. Papua: Badan Pusat Statistik.
- Budiantara, I. N. (2001). *Estimasi Parametrik dan Nonparametrik untuk Pendekatan Kurva Regresi*. Seminar Nasional Statistika V, Jurusan Statistika, FMIPA, ITS Surabaya.
- Budiantara, I. N. (2009). *Spline dalam Regresi Nonparametrik dan Semiparametrik: Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Mendatang*. Surabaya: ITS Press.
- Daniel, W. W. (1989). *Statistika Nonparametrik Terapan, Alih Bahasa: Alex Tri Kuncoro*. Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama.
- Eubank, R. (1998). *Spline Smoothing and Nonparametric Regression*. New York: Cambridge University Press.
- Gujarati, D. N., dan Porter, D. C. (2008). *Basic Econometrics (5th Edition)*. New York: Mc.Graw-Hill.
- Handayani, S. T. (2014). *Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Derajat Kesehatan Masyarakat (Faktor Ekonomi, Pendidikan Ibu, Lingkungan, dan Pelayanan Kesehatan) Studi Kasus di Aceh, Papua, Bangka Belitung, Sulawesi Utara, Jawa Tengah, dan Daerah Istimewa Yogyakarta*. Tesis, Universitas Gadjah Mada.
- Irevanie, R. S. (2017). *Perbandingan Metode Quantile Regression (QR) Dan Geographically Weighted Regression (GWR) Pada Data Angka Harapan Hidup di Indonesia*. Tesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nazhifah, N. (2017). *Pemodelan Angka Harapan Hidup Provinsi Jawa Timur Tahun 2015 Dengan Regresi Linier Berganda*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- Tanadjaja, A. (2017). *Pemodelan Angka Harapan Hidup di Papua Dengan Pendekatan Geographically Weighted Regression*. Jurnal Sains dan Seni ITS, Vol. 6, Hal. 4-7.
- Wahba, G. (1990). *Spline Models for Observation Data*. Pennsylvania: SIAM.
- Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Metode Statistika, Edisi ke-3, Alih Bahasa: Bambang Sumantri*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data AHH dan Faktor yang Mempengaruhinya

Kab/Kota	Y	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
Merauke	66.6	10.3	17.4	73	27.8	10.81
Jayawijaya	58.7	5.1	22.3	44.6	15	38.62
Jayapura	66.5	9	11.5	94.5	24.6	13.01
Nabire	67.6	10.2	14.6	89.1	19.3	25.38
Kepulauan Yapen	68.7	20.8	12.3	73.5	26.3	26.82
Biak Numfor	67.9	6.3	13.1	79.5	22.8	25.44
Paniai	65.7	9	10.3	33.7	17	37.4
Puncak Jaya	64.4	10.2	19.4	10.6	12.9	36.01
Mimika	71.9	17.9	20.1	65.5	22.3	14.89
Boven Digoel	58.8	11	22.6	74	22.7	19.9
Mappi	64.3	6.2	23.3	60.7	24.3	25.75
Asmat	56.3	4.9	20.9	22.6	24.8	27.16
Yahukimo	65.3	7	8.2	20.4	12.8	39.33
Pegunungan Bintang	63.9	2.7	16.6	10.8	39.5	30.6
Tolikara	65.1	2.7	8.3	11.2	19.8	32.73
Sarmi	65.8	19.3	20.1	83.8	55	13.75
Keerom	66.2	10.5	16.2	102.8	45.4	16.69
.
.
.
Puncak	65.1	0.7	21.1	26.1	3.7	37.46
Dogiyai	65.1	3.9	7.6	13.1	2.1	30.36
Intan Jaya	65.1	3.3	18.4	45.8	20.7	42.23
Deiyai	64.6	7.8	7.6	14.6	6.9	43.63
Kota Jayapura	70	11.3	16.8	89.2	32.3	11.46

Lampiran 2 Data AHH Setelah Transformasi dan Faktor yang Mempengaruhinya

Kab/Kota	ln(Y)	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
Merauke	4.198	10.3	17.4	73	27.8	10.81
Jayawijaya	4.072	5.1	22.3	44.6	15	38.62
Jayapura	4.197	9	11.5	94.5	24.6	13.01
Nabire	4.213	10.2	14.6	89.1	19.3	25.38
Kepulauan Yapen	4.230	20.8	12.3	73.5	26.3	26.82
Biak Numfor	4.218	6.3	13.1	79.5	22.8	25.44
Paniai	4.185	9	10.3	33.7	17	37.4
Puncak Jaya	4.165	10.2	19.4	10.6	12.9	36.01
Mimika	4.276	17.9	20.1	65.5	22.3	14.89
Boven Digoel	4.074	11	22.6	74	22.7	19.9
Mappi	4.164	6.2	23.3	60.7	24.3	25.75
Asmat	4.031	4.9	20.9	22.6	24.8	27.16
Yahukimo	4.179	7	8.2	20.4	12.8	39.33
Pegunungan Bintang	4.157	2.7	16.6	10.8	39.5	30.6
Tolikara	4.176	2.7	8.3	11.2	19.8	32.73
Sarmi	4.187	19.3	20.1	83.8	55	13.75
Keerom	4.192	10.5	16.2	102.8	45.4	16.69
.
.
.
Puncak	4.176	0.7	21.1	26.1	3.7	37.46
Dogiyai	4.176	3.9	7.6	13.1	2.1	30.36
Intan Jaya	4.176	3.3	18.4	45.8	20.7	42.23
Deiyai	4.169	7.8	7.6	14.6	6.9	43.63
Kota Jayapura	4.248	11.3	16.8	89.2	32.3	11.46

Keterangan :

Y : Angka Harapan Hidup Provinsi Papua 2017

X₁ : Morbiditas

X₂ : Kebiasaan Merokok

X₃ : Cakupan Imunisasi

X₄ : Rasio Dokter

X₅ : Persentase Penduduk Miskin

Lampiran 3 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Satu Titik Knot

```

gcv1=function(para)
{
  data=read.table("E://data6.txt", header=FALSE)
  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.csv(GCV,file="E:/output GCV14.csv")
write.csv(Rsq,file="E:/output Rsq14.csv")
write.csv(knot1,file="E:/output knot14.csv")
}
gcv1(0)

```

Lampiran 4 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Dua Titik Knot

```

gcv2=function(para)
{
  data=read.table("E://data6.txt",header=FALSE)
  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]
    }
  }
}

```

```

}
}
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)
Rsqr=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
}
Rsqr[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)
Rsqr=as.matrix(Rsqr)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot2)
cat("=====", "\n")
cat("Rsqr dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsqr)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 2 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =", s1, "\n")
write.csv(GCV, file="E:/output GCV24.csv")
write.csv(Rsqr, file="E:/output Rsqr24.csv")
write.csv(knot2, file="E:/output knot24.csv")

```

```
}
gcv2(0)
```

Lampiran 5 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Tiga Titik Knot

```
gcv3=function(para)
{
  data=read.table("E://data6.txt",header=FALSE)
  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.csv(GCV,file="E:/output GCV34.csv")
write.csv(Rsq,file="E:/output Rsq34.csv")
write.csv(knot1,file="E:/output knot34.csv")
}
gcv3(0)

```

Lampiran 6 Program Pemilihan Titik Knot Optimal dengan Kombinasi Titik Knot

```

GCVkom=function(para)
{
  data=read.table("E://data6.txt",header=FALSE)
  data=as.matrix(data)

```

```

p1=length(data[,1])
q1=length(data[1,])
v=para+2
F=matrix(0,nrow=p1,ncol=p1)
diag(F)=1
x1=read.table("E://e1.txt")
x2=read.table("E://e2.txt")
x3=read.table("E://e3.txt")
x4=read.table("E://e4.txt")
x5=read.table("E://e5.txt")
n2=nrow(x1)
a=matrix(nrow=5,ncol=3^5)
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)
          {
            m=m+1
            a[,,m]=c(i,j,k,l,s)
          }
a=t(a)
GCV=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^5)
for (i in 1:3^5)
{
  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]
      }
}
ma=as.matrix(cbind(aa,bb,cc,dd,ee))
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]
kkk=cbind(sp,spl,splin,spline,splines)
cat("=====", "\n")
print(i)
print(kkk)
print(Rsq)
}
write.csv(GCV,file="E:/output GCV kombinasi5.csv")
}
GCVkom(0)

```

Lampiran 7 Program Estimasi Parameter

```

uji=function(alpha,para)
{
  data=read.table("E://data6.txt", header=FALSE)
  knot=read.table("E://knot6.txt", header=FALSE)
  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+1],data[,m+1],data[,m+1],data[,m+2],d
  ata[,m+2],data[,m+2],data[,m+3], data[,m+4],data[,m+4],data[,m+4])
  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],data[,3],data.knot[,2:4],data[,4],d
ata.knot[,5:7],data[,5],data.knot[,8],data[,6],data.knot[,9:11])
mx=as.matrix(mx)
B=(ginv(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*(ginv(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.csv(res,file="E://output uji residual knot.txt")
write.csv(pval,file="E://output uji pvalue knot.txt")
write.csv(mx,file="E://output uji mx knot.txt")
write.csv(yhat,file="E://output uji yhat knot.txt")
}
uji(0.05,0)

```

Lampiran 8 Program Uji *Glejser*

```

glejser=function(alpha,para)
{
  data=read.table("E://data6.txt", header=FALSE)
  knot=read.table("E://knot6.txt", header=FALSE)
  res=read.table("E://output uji residual knot.txt", sep=',',
header=TRUE)
  data=as.matrix(data)
  knot=as.matrix(knot)
  res=abs(res)
  res=as.matrix(res)
  rbar=mean(res)
  m=para+2
  p=nrow(data)
  q=ncol(data)

  dataA=cbind(data[,m],data[,m+1],data[,m+1],data[,m+1],data[,m+2],d
ata[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,m+4],data[,m+4],data[,m+4])
  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],data[,3],data.knot[,2:4],data[,4],d
ata.knot[,5:7],data[,5],data.knot[,8],data[,6],data.knot[,9:11])
mx=as.matrix(mx)
B=(pinv(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)
Rsqr=(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(0.05,0)

```

Lampiran 9 Output Nilai GCV dengan Satu Titik Knot

No.	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	GCV
1	11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	23.3404
2	12.150	7.402	14.363	4.757	1.452	23.1046
3	12.819	7.853	16.245	6.086	1.863	23.3107
4	13.489	8.304	18.127	7.414	2.274	23.4174
5	14.159	8.755	20.008	8.743	2.685	24.0421
6	14.829	9.206	21.890	10.071	3.096	24.3291
7	15.499	9.657	23.771	11.400	3.507	24.0605
8	16.168	10.108	25.653	12.729	3.918	23.8529
9	16.838	10.559	27.535	14.057	4.329	23.3043
10	17.508	11.010	29.416	15.386	4.740	22.7342
11	18.178	11.461	31.298	16.714	5.151	22.4521
12	18.848	11.912	33.180	18.043	5.562	22.6661
13	19.517	12.363	35.061	19.371	5.973	22.9172
14	20.187	12.814	36.943	20.700	6.384	23.1907
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
44	40.281	26.345	93.392	60.557	18.715	22.3626
45	40.951	26.796	95.273	61.886	19.126	22.5271
46	41.621	27.247	97.155	63.214	19.537	22.6383
47	42.290	27.698	99.037	64.543	19.948	22.7418
48	42.960	28.149	100.918	65.871	20.359	22.7418

Lampiran 10 Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot

No.	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	GCV
1	10.810	6.500	10.600	2.100	0.630	23.3404
	11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	
2	10.810	6.500	10.600	2.100	0.630	23.1046
	12.150	7.402	14.363	4.757	1.452	
3	10.810	6.500	10.600	2.100	0.630	23.3107
	12.819	7.853	16.245	6.086	1.863	
4	10.810	6.500	10.600	2.100	0.630	23.4174
	13.489	8.304	18.127	7.414	2.274	
5	10.810	6.500	10.600	2.100	0.630	24.0421
	14.159	8.755	20.008	8.743	2.685	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1221	41.621	27.247	97.155	63.214	19.537	24.7091
	42.960	28.149	100.918	65.871	20.359	
1222	41.621	27.247	97.155	63.214	19.537	22.6383
	43.630	28.600	102.800	67.200	20.770	
1223	42.290	27.698	99.037	64.543	19.948	22.7418
	42.960	28.149	100.918	65.871	20.359	
1224	42.290	27.698	99.037	64.543	19.948	22.7418
	43.630	28.600	102.800	67.200	20.770	
1225	42.960	28.149	100.918	65.871	20.359	22.7418
	43.630	28.600	102.800	67.200	20.770	

Lampiran 11 Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot

No.	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	GCV
1	11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	33.288
	12.150	7.402	14.363	4.757	1.452	
	12.819	7.853	16.245	6.086	1.863	
2	11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	49.249
	12.150	7.402	14.363	4.757	1.452	
	13.489	8.304	18.127	7.414	2.274	
3	11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	49.458
	12.150	7.402	14.363	4.757	1.452	
	14.159	8.755	20.008	8.743	2.685	
4	11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	35.810
	12.150	7.402	14.363	4.757	1.452	
	14.829	9.206	21.890	10.071	3.096	
5	11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	31.605
	12.150	7.402	14.363	4.757	1.452	
	15.499	9.657	23.771	11.400	3.507	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
17294	40.951	26.796	95.273	61.886	19.126	27.850
	41.621	27.247	97.155	63.214	19.537	
	42.960	28.149	100.918	65.871	20.359	
17295	40.951	26.796	95.273	61.886	19.126	27.850
	42.290	27.698	99.037	64.543	19.948	
	42.960	28.149	100.918	65.871	20.359	
17296	41.621	27.247	97.155	63.214	19.537	24.709
	42.290	27.698	99.037	64.543	19.948	
	42.960	28.149	100.918	65.871	20.359	

Lampiran 12 Output Nilai GCV dengan Kombinasi Knot

No.	Kombinasi	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	GCV
1	1 1 1 1 1	36.262	23.639	82.102	52.586	16.249	20.8636
2	1 1 1 1 2	36.262	23.639	82.102	52.586	0.630	20.6203
						20.770	
3	1 1 1 1 3	36.262	23.639	82.102	52.586	12.550	23.3228
						15.838	
						20.359	
4	1 1 1 2 1	36.262	23.639	82.102	2.100	16.249	20.1485
					67.200		
5	1 1 1 2 2	36.262	23.639	82.102	2.100	0.630	20.5545
					67.200	20.770	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
241	3 3 3 3 1	30.234	19.580	65.167	40.629	16.249	39.3544
		35.592	23.188	80.220	51.257		
		42.960	28.149	100.918	65.871		
242	3 3 3 3 2	30.234	19.580	65.167	40.629	0.630	39.3744
		35.592	23.188	80.220	51.257	20.770	
		42.960	28.149	100.918	65.871		
243	3 3 3 3 3	30.234	19.580	65.167	40.629	12.550	13.4634
		35.592	23.188	80.220	51.257	15.838	
		42.960	28.149	100.918	65.871	20.359	

Lampiran 13 Output Nilai GCV dengan Satu Titik Knot Setelah Transformasi

No.	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	GCV
1	11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	0.00625
2	12.150	7.402	14.363	4.758	1.452	0.00618
3	12.819	7.853	16.245	6.086	1.863	0.00626
4	13.489	8.304	18.127	7.415	2.274	0.00630
5	14.159	8.755	20.008	8.744	2.685	0.00649
6	14.829	9.206	21.890	10.073	3.096	0.00659
7	15.499	9.657	23.771	11.401	3.507	0.00653
8	16.168	10.108	25.653	12.730	3.918	0.00650
9	16.838	10.559	27.535	14.059	4.329	0.00636
10	17.508	11.010	29.416	15.388	4.740	0.00620
11	18.178	11.461	31.298	16.717	5.151	0.00613
12	18.848	11.912	33.180	18.045	5.562	0.00618
13	19.517	12.363	35.061	19.374	5.973	0.00625
14	20.187	12.814	36.943	20.703	6.384	0.00632
15	20.857	13.265	38.824	22.032	6.795	0.00637
16	21.527	13.716	40.706	23.360	7.206	0.00641
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
40	37.602	24.541	85.865	55.251	17.071	0.00583
41	38.272	24.992	87.747	56.580	17.482	0.00587
42	38.941	25.443	89.629	57.909	17.893	0.00593
43	39.611	25.894	91.510	59.237	18.304	0.00602
44	40.281	26.345	93.392	60.566	18.715	0.00607
45	40.951	26.796	95.273	61.895	19.126	0.00612
46	41.621	27.247	97.155	63.224	19.537	0.00616
47	42.290	27.698	99.037	64.552	19.948	0.00619
48	42.960	28.149	100.918	65.881	20.359	0.00619

Lampiran 14 Output Nilai GCV dengan Dua Titik Knot Setelah Transformasi

No.	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	GCV
1	10.810	6.500	10.600	2.100	0.630	0.00625
	11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	
2	10.810	6.500	10.600	2.100	0.630	0.00618
	12.150	7.402	14.363	4.758	1.452	
3	10.810	6.500	10.600	2.100	0.630	0.00626
	12.819	7.853	16.245	6.086	1.863	
4	10.810	6.500	10.600	2.100	0.630	0.00630
	13.489	8.304	18.127	7.415	2.274	
5	10.810	6.500	10.600	2.100	0.630	0.00649
	14.159	8.755	20.008	8.744	2.685	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1221	41.621	27.247	97.155	63.224	19.537	0.00668
	42.960	28.149	100.918	65.881	20.359	
1222	41.621	27.247	97.155	63.224	19.537	0.00616
	43.630	28.600	102.800	67.210	20.770	
1223	42.290	27.698	99.037	64.552	19.948	0.00619
	42.960	28.149	100.918	65.881	20.359	
1224	42.290	27.698	99.037	64.552	19.948	0.00619
	43.630	28.600	102.800	67.210	20.770	
1225	42.960	28.149	100.918	65.881	20.359	0.00619
	43.630	28.600	102.800	67.210	20.770	

Lampiran 15 Output Nilai GCV dengan Tiga Titik Knot Setelah Transformasi

No.	X₁	X₂	X₃	X₄	X₅	GCV
1	11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	0.00874
	12.150	7.402	14.363	4.758	1.452	
	12.819	7.853	16.245	6.086	1.863	
2	11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	0.01297
	12.150	7.402	14.363	4.758	1.452	
	13.489	8.304	18.127	7.415	2.274	
3	11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	0.01303
	12.150	7.402	14.363	4.758	1.452	
	14.159	8.755	20.008	8.744	2.685	
4	11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	0.00964
	12.150	7.402	14.363	4.758	1.452	
	14.829	9.206	21.890	10.073	3.096	
5	11.480	6.951	12.482	3.429	1.041	0.00829
	12.150	7.402	14.363	4.758	1.452	
	15.499	9.657	23.771	11.401	3.507	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
17294	40.951	26.796	95.273	61.895	19.126	0.00752
	41.621	27.247	97.155	63.224	19.537	
	42.960	28.149	100.918	65.881	20.359	
17295	40.951	26.796	95.273	61.895	19.126	0.00752
	42.290	27.698	99.037	64.552	19.948	
	42.960	28.149	100.918	65.881	20.359	
17296	41.621	27.247	97.155	63.224	19.537	0.00668
	42.290	27.698	99.037	64.552	19.948	
	42.960	28.149	100.918	65.881	20.359	

Lampiran 16 Output Nilai GCV dengan Kombinasi Titik Knot
Setelah Transformasi

No.	Kombinasi	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	GCV
1	1 1 1 1 1	36.262	23.639	82.102	52.593	16.249	0.00570
2	1 1 1 1 2	36.262	23.639	82.102	52.593	0.63	0.00562
						20.77	
3	1 1 1 1 3	36.262	23.639	82.102	52.593	6.795	0.00726
						7.206	
						8.439	
4	1 1 1 2 1	36.262	23.639	82.102	2.1	16.249	0.00554
					67.21		
5	1 1 1 2 2	36.262	23.639	82.102	2.1	0.63	0.00565
					67.21	20.77	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
241	3 3 3 3 1	20.857	13.265	38.824	22.032	16.249	0.00282
		21.527	13.716	40.706	23.36		
		23.536	15.069	46.351	27.347		
242	3 3 3 3 2	20.857	13.265	38.824	22.032	0.63	0.00251
		21.527	13.716	40.706	23.36	20.77	
		23.536	15.069	46.351	27.347		
243	3 3 3 3 3	20.857	13.265	38.824	22.032	6.795	0.00365
		21.527	13.716	40.706	23.36	7.206	
		23.536	15.069	46.351	27.347	8.439	

Lampiran 17 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter

Estimasi Parameter	
[1,]	1.123235e+00
[2,]	6.057733e+00
[3,]	-6.084437e+00
[4,]	1.405018e-10
[5,]	-8.790997e-02
[6,]	-1.567291e+00
[7,]	2.623053e+00
[8,]	2.006937e+00
[9,]	4.531913e-02
[10,]	1.934965e-02
[11,]	-2.589626e-02
[12,]	1.159741e+01
[13,]	-6.313280e-02
[14,]	-4.678783e+00
[15,]	1.265946e+01
[16,]	-6.252999e+01
[17,]	-2.670191e-02
[18,]	-4.764936e+00
[19,]	1.560750e+01
[20,]	-8.630872e+01

Kesimpulan hasil uji serentak	

Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh signifikan	

Kesimpulan hasil uji individu	

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 1.518897e-06	
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 6.15665e-07	
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 3.50487e-06	
Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.0007748577	

Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.6900985
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.1511411
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.09579409
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.01397776
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.4556239
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.9552118
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.9593947
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.0888405
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.5560636
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.06170495
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.05761434
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.04925323
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.922556
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.02499362
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.01321567
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.03409143
 =====
 nilai t hitung
 =====
 [1,]
 [1,] 11.07615617
 [2,] 12.31882372
 [3,] -10.02491557
 [4,] 4.96531690
 [5,] -0.41183126
 [6,] -1.56879463
 [7,] 1.86012652
 [8,] 3.04177191

[9,]	0.77962391
[10,]	0.05774722
[11,]	-0.05234831
[12,]	1.90732910
[13,]	-0.61139579
[14,]	-2.13314757
[15,]	2.17529594
[16,]	-2.27136255
[17,]	-0.09997464
[18,]	-2.68516666
[19,]	3.07644382
[20,]	-2.49588138
Analysis of Variance	
=====	
Sumber	df SS MS Fhit
Regresi	19 347.0226 18.26435 1.837495
Error	9 89.45828 9.939809
Total	28 436.4808
=====	
s=	3.152746
	Rsq= 79.50465
pvalue(F)=	0.1755798

Lampiran 18 Output Estimasi Parameter dan Uji Signifikansi Parameter Setelah Transformasi

=====	
Estimasi Parameter	
=====	
[,1]	
[1,]	3.6090375652
[2,]	-0.0153199297
[3,]	0.0475085401
[4,]	0.0218396589
[5,]	-0.0551669853
[6,]	0.0067407874
[7,]	-0.6919057631
[8,]	0.9063368590
[9,]	-0.2233161485
[10,]	-0.0005934913
[11,]	-0.2642257916

[12,] 0.3665390749
 [13,] -0.1007963889
 [14,] 0.0001453180
 [15,] -0.1138601019
 [16,] 0.1298109197
 [17,] -0.0167635184
 [18,] 1.1375742966
 [19,] -1.1361193695
 [20,] 0.0326655001

 Kesimpulan hasil uji serentak

Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan

 Kesimpulan hasil uji individu

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 1.150686e-10
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue
 0.05089034

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.02626294
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.02756269
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.02722221
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue
 0.4153538

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.001392603
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.001055617
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.001379029
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue
 0.7075121

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.009231095
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.008542197
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.009364722
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue
 0.9397628

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.004947398
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 0.01084018
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue
 0.3305907

Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 1.035149e-10
 Tolak Ho yakni prediktor signifikan dengan pvalue 1.291049e-10
 Gagal tolak Ho yakni prediktor tidak signifikan dengan pvalue 0.9196827

=====

nilai t hitung

=====

[,1]

[1,] 32.70077630
 [2,] -2.25135659
 [3,] 2.65493409
 [4,] 2.62546827
 [5,] -2.63304943
 [6,] 0.85381524
 [7,] -4.54664662
 [8,] 4.74223613
 [9,] -4.55349549
 [10,] -0.38733030
 [11,] -3.29991941
 [12,] 3.34862495
 [13,] -3.29091104
 [14,] 0.07770501
 [15,] -3.69648825
 [16,] 3.19948953
 [17,] -1.02843471
 [18,] 33.09044659
 [19,] -32.28204687
 [20,] 0.10369847

Analysis of Variance

=====

Sumber	df	SS	MS	Fhit
Regresi	19	0.1037631	0.005461216	3.976283
Error	9	0.01236103	0.001373448	
Total	28	0.1161241		

=====

s= 0.03706005 Rsq= 89.35533
 pvalue(F)= 0.01945436

Lampiran 19 Output Uji *Glejser*

 Kesimpulan hasil uji serentak

Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh signifikan atau tidak terjadi heteroskedastisitas

Analysis of Variance

```
=====
Sumber      df    SS      MS      Fhit
Regresi     19  4059.525  213.6592  2.283878
Error       9   841.9595  93.55106
Total      28  4901.484
=====
```

s= 9.672179 Rsq= 82.82236

pvalue(F)= 0.1024627

Lampiran 20 Output Uji *Glejser* Setelah Transformasi

 Kesimpulan hasil uji serentak

Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh signifikan atau tidak terjadi heteroskedastisitas

Analysis of Variance

```
=====
Sumber      df    SS      MS      Fhit
Regresi     19  4488.83  236.2542  2.667424
Error       9   797.1315  88.57017
Total      28  5285.962
=====
```

s= 9.411172 Rsq= 84.91984

pvalue(F)= 0.06690439

Lampiran 21 Output *Run Test***Runs Test: C1**

Runs test for C1

Runs above and below K = -3,79133E-08

The observed number of runs = 19

The expected number of runs = 15,3448

16 observations above K; 13 below

P-value = 0,162

Lampiran 22 Output *Run Test Setelah Transformasi***Runs Test: C1**

Runs test for C1

Runs above and below K = 9,694633E-11

The observed number of runs = 20

The expected number of runs = 15,0690

17 observations above K; 12 below

P-value = 0,054

Lampiran 23 Surat Keterangan Pengambilan Data Sekunder

SURAT PERNYATAAN

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

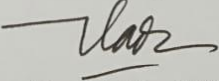
Nama : Patrica Pungky Gabrela
NRP : 062117 4500 0029

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 BPS Provinsi Papua (www.papua.bps.go.id)
Keterangan : Data Provinsi Papua Dalam Angka Tahun 2017

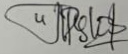
Surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Mengetahui
Pembimbing Tugas Akhir



(Dra. Madu Ratna, M.Si)
NIP. 19590109 198603 2 001

Surabaya, (03 Juli 2019)



(Patrica Pungky Gabrela)
NRP. 062117 4500 0029

*(coret yang tidak perlu)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Patrica Pungky Gabrela atau yang biasa dipanggil Pungky, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Penulis berasal dari Kota Mojokerto yang merupakan anak dari Bapak Agus Siasik dan Ibu Susilawati Ningsih serta adik dari Patrica Bela Barbara dan kakak dari Michael Eggi Bastian. Pendidikan formal yang pernah ditempuh oleh penulis adalah TK Katholik Wijana Sejati Mojokerto pada tahun 1999-2001, SD Katholik Wijana Sejati Mojokerto pada tahun 2001-2007, SMP Taruna Nusa Harapan Mojokerto pada tahun 2007-2010, SMA Taruna Nusa Harapan Mojokerto pada tahun 2010-2013. Selanjutnya untuk jenjang perguruan tinggi penulis diterima di Diploma III Statistika ITS pada tahun 2013 dan lulus pada tahun 2016. Setelah itu penulis melanjutkan studi di Lintas Jalur Statistika ITS pada tahun 2017. Selama berkuliah di ITS, penulis aktif di organisasi PMK-ITS, dimana penulis pernah terlibat menjadi panitia untuk beberapa acara seperti Natal serta Paskah PMK-ITS serta menjadi staff Divisi Persekutuan PMK-ITS pada tahun 2015. Segala kritik, saran serta pertanyaan lebih lanjut mengenai penelitian ini dapat dikirimkan melalui *e-mail* ke patricapungky@gmail.com. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat untuk para pembaca. Terimakasih.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)