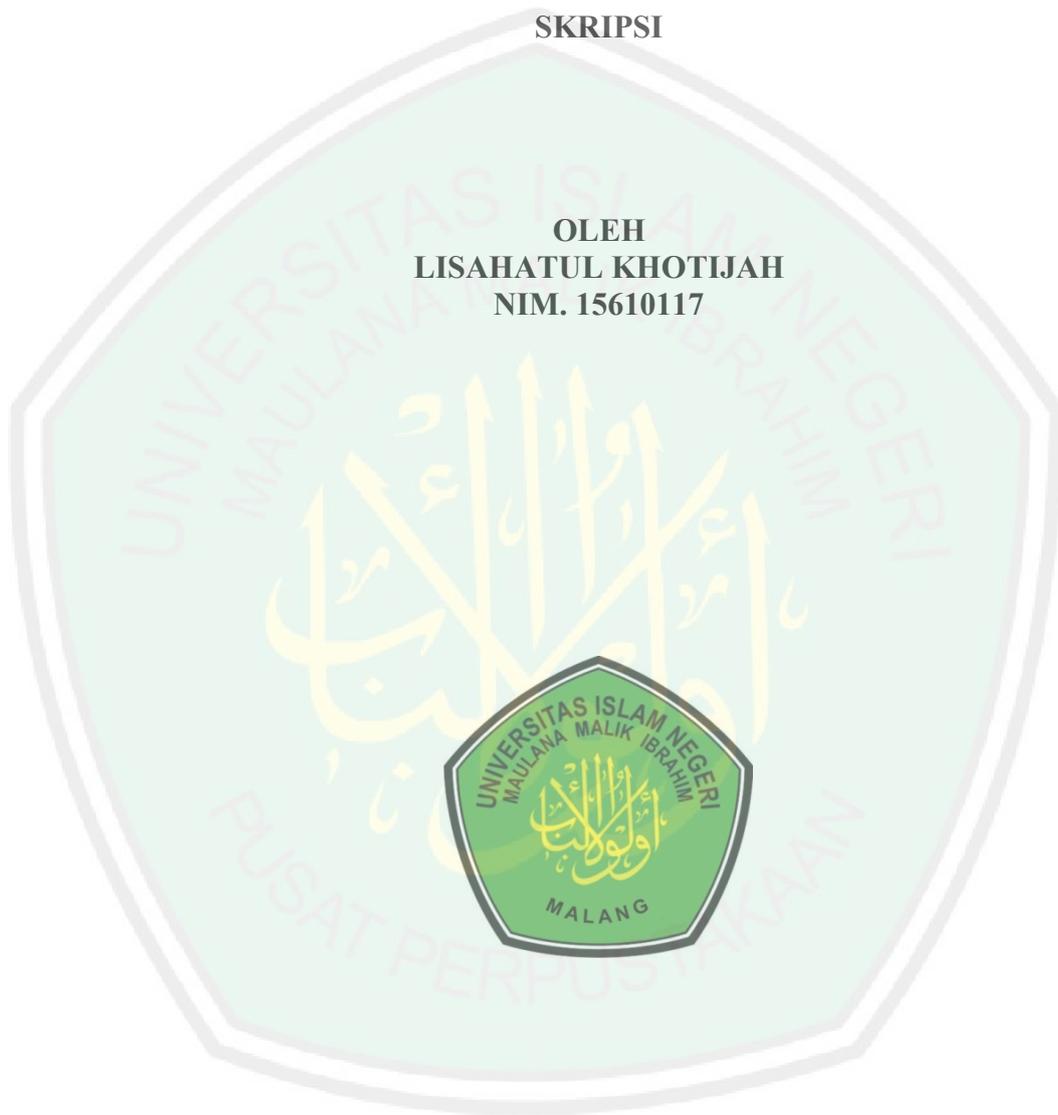


**PEMODELAN REGRESI NONPARAMETRIK *TRUNCATED SPLINE*
PADA INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**OLEH
LISAHATUL KHOTIJAH
NIM. 15610117**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**PEMODELAN REGRESI NONPARAMETRIK *TRUNCATED SPLINE*
PADA INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI JAWA TIMUR**

SKRIPSI

**Diajukan Kepada
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)**

**Oleh
Lisahatul Khotijah
NIM. 15610117**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2020**

**PEMODELAN REGRESI NONPARAMETRIK *TRUNCATED SPLINE*
PADA INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh
Lisahatul Khotijah
NIM. 15610117

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 07 Februari 2020

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Mohammad Nafie Jauhari, M.Si
NIP. 19870218 20160801 1 056


Ria Dhea layla N.K., M.Si
NIP. 19900709 20180201 2 228

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si.
NIP. 19650414 200312 1 001

**PEMODELAN REGRESI NONPARAMETRIK *TRUNCATED SPLINE*
PADA INDEKS PEMBANGUNAN MANUSIA DI JAWA TIMUR**

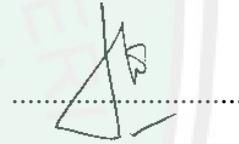
SKRIPSI

Oleh
Lisahatul Khotijah
NIM. 15610117

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)

Tanggal 07 Februari 2020

Penguji Utama : Dr. Sri Harini, M.Si



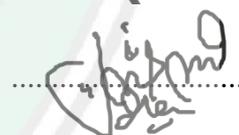
Ketua Penguji : Abdul Aziz, M.Si



Sekretaris Penguji : Mohammad Nafie Jauhari, M.Si



Anggota Penguji : Ria Dhea Layla N.K., M.Si



Mengetahui
Ketua Jurusan Matematika



Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lisahatul Khotijah

NIM : 15610117

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Pemodelan Regresi Nonparametrik *Truncated Spline* Pada Indeks
Pembangunan Manusia di Jawa Timur

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan pengambilan data, tulisan, atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar rujukan. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 07 Februari 2020
Yang membuat pernyataan



Lisahatul Khotijah
NIM.15610117

MOTO

“Man Jadda Wa Jada”



PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Ayahanda Thoyyib dan Ibunda Hosityadi, yang senantiasa dengan ikhlas dan istiqomah mendoakan, memberi nasihat, semangat, dan kasih sayang yang tak ternilai, serta adek tersayang Achmad Kafil Alfarezel yang selalu menjadi kebanggaan bagi penulis.



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji bagi Allah Swt atas rahmat, taufik serta hidayah-Nya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dalam bidang matematika di Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat bimbingan dan arahan dari berbagai pihak. Untuk itu ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis sampaikan terutama kepada:

1. Prof. Dr. H. Abd Haris, M.Ag, selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Usman Pagalay, M.Si, selaku ketua Jurusan Matematika Fakultas sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Mohammad Nafie Jauhari, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan dan berbagi ilmunya kepada penulis.
5. Ria Dhea Layla N.K., M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, nasihat, motivasi, dan berbagi pengalaman yang berharga kepada penulis

6. Segenap sivitas akademika Jurusan Matematika, Fakultas sains dan teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang terutama seluruh dosen, terima kasih atas segala ilmu dan bimbingannya.
7. Bapak dan Ibu serta adek tercinta yang selalu memberikan doa, semangat, serta motivasi kepada penulis sampai saat ini.
8. Sahabat-sahabat terbaik penulis, yang selalu menemani, membantu , dan memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini baik moril maupun materiil.

Semoga Allah Swt melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua. Akhirnya penulis berharap semoga dengan rahmat dan izin-Nya mudah-mudahan skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca.
Amiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Malang, 07 Februari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
HALAMAN MOTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
ملخص	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Analisis Regresi.....	8
2.2 Regresi Nonparametrik	9
2.3 Regresi Nonparametrik <i>Truncated Spline</i>	10
2.4 Pemilihan Titik Knot Optimal.....	11
2.5 Uji Signifikansi Model Regresi Nonparametrik.....	12
2.5.1 Uji Serentak (Uji F).....	13
2.5.2 Uji Parsial (Uji t).....	13
2.6 Indeks Pembangunan Manusia (IPM).....	14
2.6.1 Angka Harapan Hidup (AHH)	16
2.6.2 Angka Partisipasi Murni (APM) SMP	17
2.6.3 Angka Partisipasi Murni (APM) SMA	17

2.6.4	Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK)	17
2.6.5	Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT)	18
2.7	Kajian Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dalam Al Qur'an.....	18

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Pendekatan Penelitian	21
3.2	Sumber Data	21
3.3	Variabel Penelitian.....	21
3.4	Tahapan Analisis Data	22

BAB IV PEMBAHASAN

4.1	Karakteristik Data Indeks Pembangunan Manusia.....	24
4.2	Pemodelan Regresi Nonparametrik Spline pada IPM Jawa Timur	28
4.2.1	Pemilihan Titik Knot Optimal.....	28
4.2.2	Uji Signifikansi Parameter model Regresi Nonparametrik <i>Truncated Spline</i>	32
4.2.3	Interpretasi Model	35
4.4	Kajian Kualitas Manusia dalam Islam	37

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan	40
5.2	Saran	41

DAFTAR RUJUKAN

LAMPIRAN

RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian.....	22
Tabel 3. 2 Struktur Data Penelitian.....	22
Tabel 4. 1 Karakteristik IPM Dan Faktor-faktor yang Berpengaruh	24
Tabel 4. 2 Titik Knot dan GCV untuk Spline Satu Titik Knot	29
Tabel 4. 3 Titik Knot dan GCV untuk Spline Dua Titik Knot.....	30
Tabel 4. 4 Titik Knot dan GCV untuk Spline Tiga Titik Knot.....	31
Tabel 4. 5 Perbandingan Nilai GCV Berbagai Knot.....	32
Tabel 4. 6 Tabel ANOVA Uji Serentak.....	33
Tabel 4. 7 Uji Parsial.....	34
Tabel 4. 8 Kabupaten/Kota dalam Interval Titik Knot x_5	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Spline Linier 11



ABSTRAK

Khotijah, Lisahatul 2020. **Pemodelan Regresi Nonparametrik *Truncated Spline* Pada Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur**. Skripsi. Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (1) Mohammad Nafie Jauhari, M.Si, (2) Ria Dhea Layla N.K., M.Si.

Kata kunci: Generalized Cross Validation, Regresi Nonparametrik Truncated Spline, Indeks Pembangunan Manusia

Penelitian ini membahas tentang pemodelan regresi nonparametrik *Truncated Spline* pada Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Jawa Timur. IPM merupakan indikator yang digunakan untuk melihat perkembangan pembangunan dalam jangka panjang. Sehingga dapat mengetahui relasi antara manusia dengan pembangunan disekitarnya yaitu dalam dimensi kesehatan, pengetahuan, dan kehidupan yang layak. Jawa Timur adalah salah satu provinsi yang mengalami kemajuan dalam pembangunan manusia setiap tahunnya yang mencapai 70,77. Terdapat lima faktor yang memengaruhi IPM, yaitu Angka Harapan Hidup saat lahir, Angka Partisipasi Murni SMP, Angka Partisipasi Murni SMA, Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja dan Tingkat Pengangguran Terbuka. Pemodelan IPM menggunakan regresi nonparametrik *Truncated Spline* karena hubungan antara IPM dan faktor-faktor yang memengaruhinya tidak membentuk pola tertentu. Model spline terbaik diperoleh dengan menggunakan titik knot optimal berdasarkan nilai Generalized Cross Validation (GCV) minimum. Pemodelan terbaik dengan GCV minimum pada satu titik knot sebesar 13,34. Adapun model regresi nonparametrik dengan satu titik knot sebagai berikut

$$y = 0,008 + 0,538x_1 + 2,567(x_1 - 73,80)_+^1 - 0,003x_2 + 1,907(x_2 - 86,67)_+^1 + 0,385x_3 + 0,052(x_3 - 83,23)_+^1 - 0,085x_4 + 7,038(x_4 - 72,12)_+^1 + 0,613x_5 - 5,371(x_5 - 5,72)_+^1$$

Koefisien determinasi yang dihasilkan oleh model terbaik adalah sebesar 88,65 persen yang berarti bahwa variabel prediktor mampu menjelaskan variasi variabel respon IPM.

ABSTRACT

Khotijah, Lisahatul 2020. **Modeling Truncated Spline Nonparametric Regression of Human Development Indonesi in East Java**. Thesis. Department of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Advisors: (1) Mohammad Nafie Jauhari, M.Si, (2) Ria Dhea Layla N.K., M.Si.

Keyword: Generalized cross validation, Truncated spline nonparametric regression, Human development index

This study discusses truncated spline nonparametric regression modeling on the Human Development Index (HDI) in East Java. HDI is an indicator used to see the development progress in the long run. Consequently, the relationship between humans and the surrounding development in the dimensions of health, knowledge, and standard of living. East Java is one of the provinces that is making progress in human development every year which reaches 70.77. There are five factors that influence the HDI, namely Life Expectancy at Birth, Junior High Participation Rate, Senior High School Participation Rate, Labor Force Participation Rate and Open Unemployment Rate. HDI modeling used truncated spline nonparametric regression because the relationship between HDI and the factors that influence it does not form a certain pattern. The best spline model is obtained by using the optimal knot point based on the minimum Generalized Cross Validation (GCV) value. The best modeling with minimum GCV on knot point is 17,34. The following is a nonparametric regression model with one knot point.

$$y = 0,008 + 0,538x_1 + 2,567(x_1 - 73,80)_+^1 - 0,003x_2 + 1,907(x_2 - 86,67)_+^1 + 0,385x_3 + 0,052(x_3 - 83,23)_+^1 - 0,085x_4 + 7,038(x_4 - 72,12)_+^1 + 0,613x_5 - 5,371(x_5 - 5,72)_+^1$$

The coefficient of determination produced by the best model is 88.65 percent which means that the predictor variable is able to explain variations in the HDI response.

ملخص

الخديجة، لساحة. ٢٠٢٠. تصميم الانحدار اللامعلمي Truncated Spline على مؤشر التنمية البشرية في جاوة الشرقية. البحث الجامعي. شعبة الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا، الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا ملك إبراهيم مالانج. المشرف: (١) محمد نافع جوهر الماجستير (٢) ربا ضيا ليل نور كاريزمة الماجستير.

الكلمات الرئيسية: المعممة تصديق منقطع، الانحدار اللامعلمي Truncated Spline، مؤشر التنمية البشرية.

يناقش هذا البحث عن شكل الانحدار اللامعلمي Truncated Spline في مؤشر التطوير البشرية (IPM) في جاوى الشرقية. والتعريف من مؤشر التطوير البشرية هو مؤشر يستخدم لرؤية تقدم التركيب على المدى الطويل. لأجل معرفة العلاقة بين البشر والتطوير حولهم يعني في قياس الصحة والمعرفة ومستوى المعيشة اللائقة. وتركز الباحثة تبحث بحثها في جاوى الشرقية لأنها التي ينتكس تقدمًا في التطوير البشرية وصل إلى 70,77 في كل عام. وتوجد خمسة عناصر تؤثر على مؤشر التطوير البشرية، وهي رقم تمنيات الحياة عند المولود، ورقم اشتراك المكرر للمدرسة الثانوية، ورقم اشتراك المكرر للمدرسة العالية، ومبلغ المشاركة في المرحلة العاملة ومبلغ البطالة المفتوحة. شكل مؤشر التطوير البشرية (IPM) باستخدام الانحدار اللامعلمي Truncated Spline لأن العلاقة بين مؤشر التطوير البشرية (IPM) والعوامل التي تؤثر عليه لا تشكل نمطًا معينًا. يتم الحصول على أفضل النموذج حدد باستخدام نقطة العقد المثلى استنادًا إلى الحد الأدنى لقيمة التحقق من تصديق منقطع (GCV). وأفضل النموذج مع الحد الأدنى من GCV في نقطة عقدة واحدة من 17,34.

$$y = 0,008 + 0,538x_1 + 2,567(x_1 - 73,80)_+^1 - 0,003x_2 + 1,907(x_2 - 86,67)_+^1 + 0,385x_3 + 0,052(x_3 - 83,23)_+^1 - 0,085x_4 + 7,038(x_4 - 72,12)_+^1 + 0,613x_5 - 5,371(x_5 - 5,72)_+^1$$

ومعامل التحديد الناتج عن أفضل النموذج هو 88,65 في المائة مما يعني أن متغير التوقع قادر على شرح الاختلافات في متغير استجابة مؤشر التطوير البشرية.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan manusia merupakan salah satu ciri kemajuan suatu negara. Pembangunan manusia telah menjadi peran penting dalam model pembangunan di Indonesia yang tercermin dalam Pancasila dan Undang-Undang Dasar 1945. Tahun 1990 *United Nations Development Programme* (UNDP) telah memperkenalkan konsep Pembangunan Manusia (*Human Development*), sebagai dasar baru dalam model pembangunan. Oleh karena itu, telah ditetapkan bahwa Indeks Pembangunan Manusia (IPM) merupakan suatu ukuran standart ukuran pembangunan manusia (Nurdiani, 2017). IPM dibangun dengan tiga bentuk dimensi dasar, yaitu kesehatan dengan indikator Umur Harapan Hidup saat lahir (UHH) pengetahuan dengan indikator Rata-rata Lama Sekolah (RLS) dan Harapan Lama Sekolah (HLS), dan *standart* hidup layak digambarkan oleh pengeluaran perkapita (BPS, 2018).

Allah Swt berfirman dalam Al-Qur'an surat al-baqarah ayat 30 yaitu:

Artinya: Dan (ingatlah) ketika Tuhanmu berfirman kepada para Malaikat "Sesungguhnya aku hendak menjadikan seorang khalifah di bumi" Mereka berkata: "Mengapa Engkau hendak menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah padanya, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu dan mensucikan nama-Mu?" Dia berfirman "Sungguh aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui" (QS. al-baqarah ayat:30).

M. Quraish Shihab (2012) dalam Tafsir Al-Misbah menjelaskan bahwa kata *khalifah* pada mulanya berarti menggantikan atau yang datang sesudah yang datang sebelumnya. Atas dasar ini, ada yang memahami kata khalifah disini dalam arti yang menggantikan Allah dalam menegakkan kehendak-Nya, tetapi

bukan karena Allah tidak mampu atau menjadikan manusia berkedudukan sebagai tuhan, namun karena Allah bermaksud menguji manusia dan memberinya penghormatan. Ayat ini menunjukkan bahwa kekhalifahan terdiri dari wewenang yang dianugerahkan Allah Swt, makhluk yang diberi tugas yakni Adam as beserta anak cucunya. Dan wilayah tempat bertugas yakni bumi yang terhampar ini. Jika demikian, kekhalifahan mengharuskan makhluk yang diberi tugas itu melaksanakan tugasnya.

Adapun pelaku pembangunan yaitu manusia. Manusia sebagai makhluk Allah sekaligus sebagai khalifah yang bertugas untuk memakmurkan bumi. Tugas ini akan berjalan dengan baik sangat tergantung pada jalan yg dipilih. Pilihan atas jalan tersebut mempengaruhi arah dari pembangunan. Allah telah memberikan potensi pada manusia untuk melakukan upaya-upaya memakmurkan bumi.

IPM merupakan indikator yang digunakan untuk melihat perkembangan pembangunan dalam jangka panjang. Sehingga dapat mengetahui relasi antara manusia dengan pembangunan disekitarnya. Pulau Jawa terkenal sebagai pulau dengan penduduk yang sangat padat, salah satunya adalah Jawa Timur. Pembangunan manusia di Jawa Timur pada tahun 2017 terus mengalami kemajuan dengan nilai IPM sebesar 70,27, selanjutnya pada tahun 2018 mencapai 70,77 atau tumbuh 0,72 persen (BPS, 2018). Namun, berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) pusat angka IPM di Jawa Timur tahun 2018 masih dibawah dari provinsi-provinsi yang ada di Pulau Jawa. Hal ini terlihat bahwa perkembangan pembangunan di Provinsi Jawa Timur masih tertinggal jauh. Oleh karena itu perlu diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi IPM di Jawa Timur

sehingga pemerintah bisa lebih mengupayakan program-program pembangunan manusia untuk meningkatkan angka IPM sebagai usaha meningkatkan kesejahteraan manusia (BPS, 2019).

Salah satu faktor yang diduga berpengaruh terhadap IPM yaitu tingkat kesehatan yang diukur dengan angka harapan hidup, tingkat pendidikan yang diukur dengan angka partisipasi murni dan tingkat kehidupan yang layak diukur melalui tingkat pengangguran terbuka dan tingkat partisipasi angkatan kerja (Yanthi dan Budiantara, 2016). Faktor-faktor tersebut dapat diketahui dengan menggunakan metode pemodelan analisis regresi. Analisis regresi merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui pola hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor (Draper & Smith, 1992).

Terdapat tiga pendekatan dalam analisis regresi yaitu pendekatan parametrik, pendekatan nonparametrik dan pendekatan semiparametrik. Regresi parametrik digunakan jika bentuk kurva regresi diketahui, regresi nonparametrik digunakan apabila bentuk kurva regresi tidak diketahui, dan regresi semiparametrik merupakan gabungan antara regresi parametrik dan nonparametrik, digunakan jika bentuk kurva regresi diketahui dan tidak diketahui (Budiantara, 2009). Adapun beberapa model regresi nonparametrik yaitu *Spline*, polinomial lokal, deret orthogonal, deret fourier, wavelet dan MARS. (Aryantari, 2017).

Budiantara (2009) menyatakan bahwa dalam regresi *spline*, pemilihan parameter penghalus merupakan pemilihan titik knot. Bentuk estimator *spline* sangat dipengaruhi oleh nilai parameter penghalus. Apabila parameter penghalus yang dipilih terlalu kecil maka diberikan kurva regresi yang sangat kasar (nilai

GCV belum optimum) sebaliknya apabila parameter penghalus bernilai besar maka akan memberikan kurva regresi yang mulus sehingga perlu dipilih parameter penghalus yang optimal. Salah satu metode untuk memilih parameter penghalus atau pemilihan titik knot yang optimal yaitu dengan metode *Generalized Cross Validation (GCV)*. Hal ini dapat menunjukkan kelebihan *spline* sehingga cenderung mencari sendiri estimasi data kemanapun pola data tersebut bergerak.

Beberapa penelitian sebelumnya mengenai regresi nonparametrik oleh Pratiwi (2017) model *truncated spline* linier satu titik knot dapat menggambarkan tingkat derajat kesehatan di Indonesia. Variabel yang digunakan hanya dengan dua variabel respon dan dua variabel prediktor dengan dua titik knot. Sedangkan masih banyak variabel respon dan prediktor lainnya yang mempengaruhi derajat kesehatan di Indonesia dan jumlah titik knot yang dapat meminimumkan nilai GCV. Penelitian oleh Yanthi dan Budiantara (2016) mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi IPM di Jawa Tengah dengan menggunakan regresi nonparametrik *spline* menyimpulkan bahwa dengan menggunakan kombinasi knot 3,3,2,1,2 menghasilkan model regresi *spline* terbaik. Agar mendapatkan model yang sesuai perlu ditambah variabel yang diduga mempengaruhi IPM di Jawa Tengah.

Wand (2000) dalam penelitiannya “*A Comparison of Regression Spline Smoothing Procedures*” menunjukkan bahwa *natural spline* dapat mengatasi masalah kurva dari pada *ordinary polynomial spline*. Hal ini dikarenakan *natural spline* dikenakan batas linearitas. Berdasarkan latar belakang, penulis mengangkat permasalahan dan menyusun dalam sebuah penelitian yang berjudul “Pemodelan

Regresi Nonparametrik *Truncated spline* Pada Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana karakteristik faktor-faktor yang diduga mempengaruhi IPM di Jawa Timur tahun 2018?
2. Bagaimana pemodelan regresi nonparametrik *Truncated Spline* pada IPM di Jawa Timur tahun 2018.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui karakteristik faktor-faktor yang mempengaruhi IPM di Jawa Timur tahun 2018.
2. Mengetahui pemodelan regresi nonparametrik *Truncated Spline* pada IPM di Jawa Timur tahun 2018.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai menambah wawasan keilmuan dan pengetahuan mengenai pemodelan regresi nonparametrik *Truncated Spline* pada Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur tahun 2018.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang akan diambil untuk mendekati sasaran yang diharapkan dalam penelitian ini adalah:

1. Data yang digunakan merupakan data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Jawa Timur pada tahun 2018.
2. Pendekatan Spline yang digunakan *Truncated Spline* Linear .
3. Pemilihan titik knot optimal menggunakan metode *Generalized Cross Validation* (GCV).

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini terdiri dari lima bab dengan uraiannya sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab pendahuluan terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penelitian.

Bab II Kajian Pustaka

Bab kajian pustaka menjelaskan teori tentang analisis regresi, regresi nonparametrik, regresi nonparametrik *Truncated Spline*, pemilihan titik knot optimal, uji signifikansi model regresi nonparametrik, uji asumsi residual, koefisien determinasi, Indeks Pembangunan Manusia (IPM), dan kajian integrasi islam.

Bab III Metode Penelitian

Bab metode penelitian menjelaskan metode penelitian yaitu pendekatan penelitian, sumber data, variabel penelitian dan analisis data.

Bab IV Pembahasan

Bab pembahasan menjelaskan hasil dari penelitian yaitu karakteristik faktor-faktor yang diduga mempengaruhi IPM dan pemodelan regresi nonparametrik *Truncated Spline* pada tingkat IPM Provinsi Jawa Timur pada tahun 2018.

Bab V Penutup

Bab penutup berisi tentang kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Analisis Regresi

Pertama kali, istilah regresi dikenalkan oleh Francis Galton yang menghubungkan antara tinggi badan anak dengan tinggi badan orang tua. Analisis regresi berkenaan dengan studi ketergantungan satu variabel yaitu variabel respon atau variabel terikat dengan satu atau lebih variabel lain yaitu variabel penjelas atau variabel bebas, dengan maksud mengestimasi rata-rata variabel terikat (Gujarati, 2009). Analisis regresi merupakan suatu metode yang digunakan untuk memberikan penjelasan model atau hubungan antara variabel prediktor dengan variabel respon. Hubungan antara beberapa variabel dibentuk secara sistematis (Draper & Smith, 1992). Regresi linier merupakan bentuk paling dasar dari regresi. Oleh karena itu, banyak analisis yang memilih menggunakan regresi linier. Regresi linier mudah dipahami dan mudah dilakukan (Claussen, 2012).

Diberikan data berpasangan (x_i, y_i) , $i = 1, 2, \dots, n$ maka model regresi linier yang terbentuk yaitu

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i. \quad (2.1)$$

Berdasarkan persamaan (2.1), pada suatu titik x_i tertentu nilai estimasi yang diharapkan untuk prediksi \hat{y}_i pada titik x_i diberikan oleh

$$\hat{y}_i = b_0 + b_1 x_i, \quad (2.2)$$

dimana b_0 dan b_1 adalah estimasi dari parameter β_0 dan β_1 . Biasanya, estimasi parameter dilakukan menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS). OLS

merupakan metode yang meminimumkan jumlah kuadrat error $\varepsilon^T \varepsilon = (Y - X\beta)^T (Y - X\beta)$, setelah diturunkan terhadap β maka diperoleh estimator

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y, \quad (2.3)$$

dengan $\hat{\beta} = \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \end{bmatrix}$.

Pola hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor dapat dilihat dengan *scatterplot*. Plot dapat menunjukkan apakah kurva membentuk pola linier, kuadratik ataupun kubik. Pola hubungan antara variabel tidak selalu berpola parametrik. Beberapa kasus telah dijumpai dimana satu atau lebih variabel prediktor memiliki pola nonparametrik regresi nonparametrik digunakan apabila bentuk kurva regresi tidak diketahui (Budiantara, 2009).

2.2 Regresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik merupakan teknik regresi yang dapat mengatasi bentuk pola kurva regresi yang tidak diketahui sehingga bentuk fungsi dari kurva f akan diketahui (Eubank, 1999). Adapun tujuan dari regresi nonparametrik diantaranya adalah menyediakan metode yang dapat diterapkan dalam berbagai kondisi untuk menjelajah hubungan antar variabel respon dan variabel prediktor. Serta memberikan prediksi pengamatan yang belum dapat dibuat tanpa adanya referensi untuk model parametrik tertentu (Hardle, 1994).

Budiantara (2009) menyatakan bahwa dalam model nonparametrik bentuk kurva regresi yang tidak diketahui diasumsikan halus (*smooth*) yang berarti berada dalam suatu ruang fungsi tertentu. Secara umum model regresi nonparametrik dapat dituliskan sebagai berikut:

$$y_i = f(x_i) + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (2.4)$$

dengan

y_i : variabel respon ke- i

x_i : variabel prediktor ke- i

$f(x_i)$: fungsi nonparametrik ke- i yang tidak diketahui, dan

ε_i : error ke- i yang diasumsikan berdistribusi indentik, independen dan berdistribusi normal

Adapun model regresi nonparametrik yang banyak digunakan antara lain *Spline*, polinomial lokal, deret orthogonal, deret fourier, wavelets, dan MARS.

2.3 Regresi Nonparametrik *Truncated Spline*

Budiantara (2009) menyatakan bahwa *spline* merupakan salah satu jenis potongan polinomial, yaitu polinomial yang memiliki sifat tersegmen. Sehingga *spline* mampu menangani data dengan pola data berubah-ubah pada sub-sub interval tertentu. Apabila kurva regresi f didekati dengan fungsi *spline* berorde P dengan titik knot k_1, k_2, \dots, k_r yang diberikan

$$f(x_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^P \beta_j x_i^j + \sum_{l=1}^r \beta_{P+l} (x_i - k_l)_+^P, \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2.5)$$

Berdasarkan persamaan (2.5), orde P adalah derajat polinomial dan k_l adalah titik knot atau titik yang menunjukkan perubahan pola data. Apabila persamaan (2.4) disubstitusikan ke persamaan (2.5) maka diperoleh persamaan regresi nonparametrik *spline* sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^P \beta_j x_i^j + \sum_{l=1}^r \beta_{P+l} (x_i - k_l)_+^P + \varepsilon_i. \quad (2.6)$$

Fungsi $(x_i - k_l)_+^P$ merupakan fungsi *truncated* (potongan) yang diberikan oleh

$$(x_i - k_l)_+^P = \begin{cases} (x_i - k_l)_+^P, & x_i \geq k_l \\ 0, & x_i < k_l \end{cases} \quad (2.7)$$

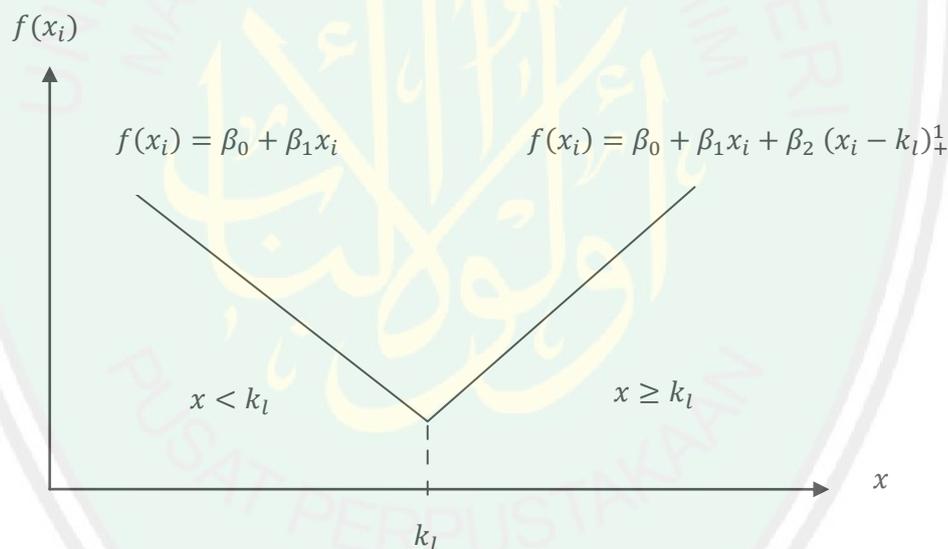
dimana

β_j : parameter model polinomial, $j = 1, 2, \dots, P$,

β_{P+l} : parameter pada komponen *truncated*, $l = 1, 2, \dots, r$,

r : banyaknya knot.

Berikut merupakan grafik *spline* linier dengan satu titik knot dengan $x = k_l$



Gambar 2.1 Grafik Spline Linier

2.4 Pemilihan Titik Knot Optimal

Pemilihan titik knot k_1, k_2, \dots, k_r yang optimal merupakan konsep sangat penting dalam regresi nonparametrik *truncated spline* (Budiantara, 2009). Titik knot adalah suatu titik fokus yang menunjukkan perubahan pola data sehingga

kurva yang dibentuk tersegmen pada titik tersebut. Salah satu metode yang baik dalam pemilihan titik knot yang optimal yaitu menggunakan metode *Generalized Cross Validation* (GCV). Metode ini memiliki sifat optimal asimtotik apabila dibandingkan dengan metode lain, misalnya *Cross Validation* (CV) (Wahba, 1990). Titik knot optimal didapat dari nilai GCV minimum. Secara umum, metode GCV dapat dituliskan sebagai berikut.

$$GCV(k_1, k_2, \dots, k_r) = \frac{MSE(k_1, k_2, \dots, k_r)}{\left(\frac{1}{n} \text{trace}[I - A(k_1, k_2, \dots, k_r)]\right)^2} \quad (2.8)$$

dengan

$$MSE(k_1, k_2, \dots, k_r) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - f(x_i))^2 \quad (2.9)$$

dimana I adalah matriks identitas, n adalah banyaknya pengamatan, k_1, k_2, \dots, k_r adalah titik-titik knot, dan matriks A adalah sebagai berikut:

$$A(k_1, k_2, \dots, k_r) = X(X^T X)^{-1} X^T \quad (2.10)$$

2.5 Uji Signifikansi Model Regresi Nonparametrik

Pengujian parameter dalam model regresi bertujuan untuk mengetahui parameter antara variabel respon dan variabel prediktor telah menunjukkan hubungan yang nyata. Selain itu pengujian parameter juga bertujuan untuk mengetahui kelayakan parameter dalam menjelaskan model.

2.5.1 Uji Serentak (Uji F)

Uji serentak merupakan uji signifikansi parameter model yang dilakukan dengan menggunakan analisis varian. Bagaimana pengaruh sekelompok variabel prediktor secara bersama-sama terhadap variabel respon. Statistik uji yang digunakan adalah statistik uji F dengan rumus umum:

Hipotesis uji:

$$H_0: \beta_j = 0, \forall j = 0, 1, 2, \dots, p + r$$

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

Statistik uji:

$$F_{hitung} = \frac{KT_{Reg}}{S^2} \quad (2.11)$$

$$\text{dengan } KT_{regresi} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{(p+r)} \text{ dan } S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-(p+r)-1}$$

Keputusan:

Jika nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ atau $p\text{-value} < \alpha$ maka tolak H_0 , sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat satu parameter model regresi yang signifikan. Sebaliknya, jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ atau $p\text{-value} > \alpha$ maka tolak H_1 , sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat parameter model regresi *Spline* yang signifikan.

2.5.2 Uji Parsial (Uji t)

Pengujian parsial dilakukan apabila dalam pengujian simultan didapatkan kesimpulan terdapat minimal satu parameter pada model regresi yang signifikan. Pengaruh masing-masing variabel prediktor secara individu terhadap variabel

respon dapat diketahui dengan menggunakan uji parsial. Berikut hipotesis untuk uji signifikansi model secara parsial.

Hipotesis uji:

$$H_0: \beta_j = 0$$

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

Statistik uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)} \quad (2.12)$$

dengan $\hat{\beta}_j$ merupakan penaksir parameter dan $se(\hat{\beta}_j)$ merupakan *standart error* dari $\hat{\beta}_j$. Nilai $se(\hat{\beta}_j)$ didapat dari $\sqrt{diag(var(\hat{\beta}_j))}$. $Var(\hat{\beta}_j)$ merupakan elemen diagonal ke- j dari matriks

$$\begin{aligned} var(\hat{\beta}_j) &= var[(X'X)^{-1}X'Y] \\ &= (X'X)^{-1}X'var(y)[(X'X)^{-1}X]' \\ &= \sigma^2(X'X)^{-1} \end{aligned} \quad (2.13)$$

Keputusan:

Jika $t_{hitung} > t_{\frac{\alpha}{2}, df}$ maka tolak H_0 dengan $df = n - (p + r) - 1$ adalah banyaknya parameter (Firdaus, 2004).

2.6 Indeks Pembangunan Manusia (IPM)

Pembangunan manusia didefinisikan sebagai proses perluasan pilihan bagi penduduk. IPM merupakan indikator penting untuk mengukur keberhasilan dalam upaya membangun kualitas hidup manusia. IPM menjelaskan bagaimana penduduk dapat mengakses hasil pembangunan dalam memperoleh pendapatan,

kesehatan, pendidikan, dan sebagainya. UNDP telah memperkenalkan perhitungan IPM dengan metode baru, terdapat beberapa perbedaan mendasar dibanding metode lama yaitu cara perhitungan indeks dan aspek indikator. Perhitungan IPM metode lama menggunakan rata-rata aritmatik, sedangkan perhitungan IPM metode baru menggunakan rata-rata geometrik (BPS, 2016).

IPM dibangun dengan tiga bentuk dimensi dasar, yaitu dimensi kesehatan, dimensi pengetahuan, dan dimensi kehidupan yang layak. Ketiga dimensi tersebut memiliki pengertian yang sangat luas karena terkait banyak faktor. Dimensi kesehatan diukur menggunakan indikator umur harapan hidup saat lahir. Selanjutnya untuk mengukur dimensi pengetahuan digunakan gabungan indikator rata-rata lama sekolah dan harapan lama sekolah. Adapun untuk mengukur standart kehidupan yang layak digunakan indikator pengeluaran perkapita atau kemampuan daya beli. Berikut merupakan formula yang digunakan dalam perhitungan indeks komponen IPM (BPS, 2018).

Indeks Kesehatan:

$$I_{UHH} = \frac{UHH - UHH_{min}}{UHH_{maks} - UHH_{min}}$$

Indeks Pengetahuan:

$$I_{HLS} = \frac{HLS - HLS_{min}}{HLS_{maks} - HLS_{min}}$$

$$I_{RLS} = \frac{RLS - RLS_{min}}{RLS_{maks} - RLS_{min}}$$

$$I_{pengetahuan} = \frac{I_{HLS} - I_{RLS}}{2}$$

Indeks Pengeluaran:

$$I_{pengeluaran} = \frac{\ln(\text{pengeluaran}) - \ln(\text{pengeluaran}_{min})}{\ln(\text{pengeluaran}_{maks}) - \ln(\text{pengeluaran}_{min})}$$

Sehingga nilai IPM dapat diitung sebagai:

$$IPM = \sqrt[3]{I_{UHH} \times I_{pengetahuan} \times I_{pengeluaran}} \times 100$$

Berdasarkan BPS, adapun status IPM dapat dikategorikan menjadi empat yaitu rendah ($IPM < 60$), sedang ($60 \leq IPM < 70$), tinggi ($70 \leq IPM < 80$) dan sangat tinggi ($IPM \geq 80$).

2.6.1 Angka Harapan Hidup (AHH)

Statistik Indonesia menyatakan bahwa, angka harapan hidup saat lahir (*Life Expectancy at Birth*) adalah rata-rata tahun hidup yang akan dijalani oleh bayi lahir pada suatu tahun tertentu. Angka Harapan Hidup (AHH) merupakan alat untuk mengevaluasi kinerja pemerintah dalam meningkatkan kesejahteraan penduduk pada umumnya, dan meningkatkan derajat kesehatan pada khususnya. AHH menggambarkan umur rata-rata yang dicapai seseorang dalam situasi moralitas yang berlaku di lingkungan masyarakatnya. AHH yang rendah di suatu daerah menunjukkan pembangunan kesehatan belum berhasil, dan semakin tinggi AHH suatu daerah maka semakin menunjukkan keberhasilan pembangunan kesehatan di daerah tersebut (Muda dkk, 2019).

Angka harapan hidup ditentukan oleh besar angka jumlah kematian bayi. Jika kematian bayi berjumlah besar maka usia harapan hidup akan rendah. AHH dapat ditentukan dengan menunjukkan dan meratakan semua umur dari seluruh kematian pada waktu tertentu (BPS, 2016).

2.6.2 Angka Partisipasi Murni (APM) SMP

(BPS, 2016) menyatakan bahwa APM SMP merupakan perbandingan anak sekolah pada satu kelompok usia 13-15 tahun yang bersekolah pada jenjang yang sesuai dengan kelompok usianya. APM SMP meliputi SMP umum, SMP kejuruan, Madrasah Tsanawiyah dan sederajat. APM SMP mengontrol pencapaian tujuan pendidikan dasar yang diidentifikasi dalam MDGs khususnya tingkat SMP dalam program nasional Indonesia. Berikut perhitungan APM SMP dapat diperoleh dari (Istiqomah, 2018)

$$\text{APM SMP} = \frac{\text{Jumlah murid SMP usia 13-15 tahun}}{\text{Jumlah penduduk usia 13-15 tahun}} \times 100$$

2.6.3 Angka Partisipasi Murni (APM) SMA

APM SMA merupakan proporsi anak sekolah pada satu kelompok usia 16-18 tahun yang bersekolah pada jenjang yang sesuai dengan kelompok usianya. APM SMA meliputi SMA, SMK, Madrasah Aliyah dan sederajat. APM SMA mengontrol pencapaian tujuan pendidikan dasar yang diidentifikasi dalam MDGs khususnya tingkat SMA dalam program nasional Indonesia (BPS, 2016). Berikut perhitungan APM SMA dapat diperoleh dari (Istiqomah, 2018)

$$\text{APM SMA} = \frac{\text{Jumlah murid SMA usia 16-18 tahun}}{\text{Jumlah penduduk usia 16-18 tahun}} \times 100$$

2.6.4 Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK)

TPAK merupakan angka yang menunjukkan persentase angkatan kerja terhadap penduduk usia kerja (Mantra, 2003). Peran angkatan kerja dalam suatu

daerah dapat digambarkan melalui indikator TPAK. Semakin tinggi nilai TPAK di suatu daerah maka semakin besar pula peran penduduk usia kerja dalam pasar kerja (BPS, 2016). Secara umum TPAK dapat dirumuskan (Sukirno, 2002)

$$\text{TPAK} = \frac{\text{Angkatan Kerja}}{\text{Penduduk Usia Kerja}} \times 100$$

2.6.5 Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT)

TPT merupakan indikator yang digunakan untuk mengukur tingkat penawaran tenaga kerja yang tidak digunakan oleh pasar kerja. Persentase jumlah pengangguran terhadap jumlah angkatan kerja dapat dilihat melalui TPT (BPS, 2018). TPT secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut (Utama, 2015)

$$\text{TPT} = \frac{\text{Jumlah Pengangguran}}{\text{Jumlah Angkatan Kerja}} \times 100$$

2.7 Kajian Indeks Pembangunan Manusia dalam Al Qur'an

Manusia merupakan bagian dari kekayaan bangsa. Adapun tujuan utama pembangunan yaitu menciptakan lingkungan yang memungkinkan rakyat menikmati umur panjang, sehat dan menjalankan kehidupan yang produktif. Hal ini terlihat sederhana tetapi seringkali terlupakan oleh kesibukan jangka pendek untuk mengumpulkan harta dan uang. Pembangunan manusia menempatkan manusia sebagai tujuan dari pembangunan itu sendiri bukan merupakan alat dari pembangunan.

Allah Swt dalam Al-Qur'an surat al-Jumu'ah 62:10 berfirman:

Artinya: "Apabila telah ditunaikan shalat, maka bertebaranlah kamu di muka bumi dan carilah karunia Allah dan ingatlah Allah banyak-banyak supaya kamu beruntung " (QS. al-Jumu'ah ayat: 10)

Bahrul (200) dalam Tafsir Al-Qur'an Al-Jalalain mengemukakan bahwa "*apabila telah ditunaikan shalat, maka bertebaranlah di muka bumi*" perintah ini menunjukkan pengertian boleh "*dan carilah*" carilah rezeki "*karunia Allah, dan ingtlah Allah*" dengan ingatan "*Sebanyak-banyaknya supaya kalian beruntung*" yakni memperoleh keberuntungan. Pada hari Jum'at, Nabi Muhammad Saw berkhotbah akan tetapi tiba-tiba datanglah rombongan kafilah membawa barang-barang dagangan, lalu dipukul gendang menyambut kedatangannya sebagaimana biasanya. Maka orang-orang berhamburan keluar dari masjid untuk menemui rombongan itu, kecuali hanya dua belas orang saja yang masih tetap bersama Nabi Saw. Sebagaimana dalam Al-Qur'an surat Ghafir/40:61 Allah berfirman:

Artinya: "Allah-lah yang menjadikan malam untukmu agar kamu beristirahat pada-Nya; (dan menjadikan) siang terang benderang. Sungguh, Allah benar-benar memiliki karunia yang dilimpahkan kepada manusia, tetapi kebanyakan manusia tidak bersyukur" (QS. Ghafir ayat:61)

Syaikh Bakar Abu Zaid (2012) dalam Tafsir Al-Muyassar menyatakan bahwa, hanya Allah semata yang menjadikan malam untuk kalian agar kalian bisa tenang didalamnya, dan mengambil jatah istirahat dengan baik. Dan Allah menjadikan siang bersinar sehingga kalian bisa mencari kehidupan kalian. Sesungguhnya Allah benar-benar memiliki karunia yang besar atas manusia, akan tetapi kebanyakan mereka dari mereka tidak mensyukuri Allah dengan menaati-Nya dan mengikhhlaskan ibadah hanya kepada-Nya.

Apabila ibadah shalat telah dilaksanakan, maka kita dianjurkan untuk melanjutkan aktivitas untuk mencari karunia Allah Swt. Hal ini memberi pengertian bahwa kita tidak boleh malas karena rezeki Allah tidak datang dengan sendirinya. Karunia Allah sangat besar bagi manusia. Dia menjadikan siang dan

malam agar manusia dapat bekerja dan beristirahat. Potensi akal yang dimiliki manusia hendaknya menjadi modal utama untuk meningkatkan produktivitas kerja secara inovatif, agar hidup lebih berkualitas. Umat islam yang telah beribadah diperintahkan untuk berusaha atau bekerja agar memperoleh karunia-Nya, seperti ilmu pengetahuan, harta benda, kesehatan dan lain-lain.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dan deskriptif kuantitatif. Studi literatur merupakan pendekatan penelitian dengan mengumpulkan bahan pustaka dari jurnal, artikel dan buku yang dibutuhkan sebagai acuan untuk menyelesaikan penelitian. Sedangkan deskriptif kuantitatif yaitu menyusun dengan menganalisis data sesuai dengan kebutuhan penelitian.

3.2 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Kabupaten/Kota Provinsi Jawa Timur pada tahun 2018 yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Jawa Timur tahun 2018. Pada penelitian ini terdapat unit observasi yaitu 29 kabupaten dan 9 kota di Provinsi Jawa Timur.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini terdapat dua jenis variabel yaitu variabel respon dan variabel prediktor. Variabel respon dalam penelitian ini yaitu Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur pada tahun 2018. Variabel prediktor yang digunakan dalam penelitian ini adalah faktor-faktor yang

mempengaruhi IPM di tiap Kabupaten/Kota di Jawa Timur pada tahun 2018, yang diperoleh dari penelitian sebelumnya yang dapat diuraikan dalam Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan	Skala
y	Indeks Pembangunan Manusia (IPM) (%)	Rasio
x_1	Angka Harapan Hidup (AHH) (%)	Rasio
x_2	Angka Partisipasi Murni (APM) SMP (%)	Rasio
x_3	Angka Partisipasi Murni (APM) SMA (%)	Rasio
x_4	Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) (%)	Rasio
x_5	Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) (%)	Rasio

Berikut adalah struktur data dari variabel respon dan variabel prediktor yang digunakan dalam penelitian ini dapat diuraikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Struktur Data Penelitian

Kab./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	$x_{1,2}$	$x_{2,2}$	$x_{3,2}$	$x_{4,2}$	$x_{5,2}$
3	y_3	$x_{1,3}$	$x_{2,3}$	$x_{3,3}$	$x_{4,3}$	$x_{5,3}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
38	y_{38}	$x_{1,38}$	$x_{2,38}$	$x_{3,38}$	$x_{4,38}$	$x_{5,38}$

3.4 Tahapan Analisis Data

Tahapan-tahapan analisis yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan analisis statistika deskriptif untuk mengetahui karakteristik data pada variabel IPM di Jawa Timur 2018 dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

2. Memodelkan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Jawa Timur menggunakan pendekatan regresi nonparametrik *Truncated Spline* linier.
 - a. Melakukan pemodelan IPM di Jawa Timur menggunakan regresi nonparametrik *Truncated Spline* dengan satu, dua, dan tiga titik knot.
 - b. Memilih titik knot optimal menggunakan nilai GCV minimum.
 - c. Melakukan pemodelan menggunakan titik knot yang optimal.
 - d. Melakukan uji signifikansi parameter secara serentak dan parsial.
 - e. Melakukan interpretasi model.
3. Menarik kesimpulan dan saran.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Data Indeks Pembangunan Manusia

Indeks Pembangunan Manusia dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu faktor kesehatan, pendidikan dan ekonomi. Dari hasil analisis data Badan Pusat Statistik (BPS) 2018, karakteristik data Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur pada tahun 2018 dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya dapat ditunjukkan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 4. 1 Karakteristik IPM Dan Faktor-faktor yang Berpengaruh

Variabel	Rata-rata*	Varians*	Minimum*	Maksimum*
IPM	70,97	27,13	61,00	81,74
AHH	71,30	4,10	66,27	73,98
APM SMP	80,90	31,18	62,50	88,65
APM SMA	74,61	42,29	42,92	94,04
TPAK	69,69	11,59	64,41	79,41
TPT	3,78	1,44	1,43	6,79

*) satuan = persen (%)

(Sumber : Hasil olah data Software SPSS 19, 2019)

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui bahwa IPM di Jawa Timur memiliki nilai rata-rata sebesar 70,97%, Badan Pusat Statistik (BPS) mengatakan bahwa hal ini menunjukkan upaya pemerintah Jawa Timur dalam meningkatkan pembangunan manusia cukup berhasil. Nilai varians sebesar 27,13% hal ini menunjukkan bahwa data IPM memiliki variasi data yang cukup beragam. Nilai minimum dari variabel IPM sebesar 61,00% yang terdapat di Kabupaten Sampang dikarenakan masih rendahnya sumber daya manusia dan infrastruktur yang dimiliki oleh Kabupaten Sampang. Sedangkan nilai maksimum dari variabel IPM sebesar 81,74% yang terdapat di Kota Surabaya. Kota Surabaya adalah wilayah yang memiliki IPM

tertinggi hal ini dikarenakan sarana dan prasarana kesehatan di Surabaya relatif lengkap dan masyarakatnya dengan mudah memanfaatkan akses sarana dan prasarana kesehatan.

Angka Harapan Hidup atau AHH merupakan salah satu faktor yang diduga mempengaruhi pembangunan manusia. AHH dapat menggambarkan dimensi kesehatan yang terdapat dalam indikator IPM. Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa AHH memiliki nilai rata-rata sebesar 71,30% dengan nilai varians sebesar 4,10%. Badan Pusat Statistik memaparkan bahwa AHH di Jawa Timur mengalami kenaikan dibandingkan AHH tahun 2010, yaitu dari 69,89 hingga 70,97. Hal ini menunjukkan adanya perbaikan pembanguna kualitas kesehatan di Jawa Timur. Masyarakat semakin menikmati pembangunan di bidang kesehatan.

Nilai minimum dari variabel AHH sebesar 66,27% yang terdapat di Kabupaten Bondowoso. Berdasarkan laporan yang disampaikan Dinas Kesehatan Bondowoso, hal yang menjadi rendahnya AHH di Kabupaten Bondowoso yaitu Angka Kematian Bayi (AKB) dan Angka Kematian Ibu (AKI) dari tahun ketahun masih menunjukkan jumlah yang sangat tinggi. Kota Surabaya memiliki AHH tertinggi di Jawa Timur yaitu sebesar 73,98%, hal ini dikarenakan kesadaran masyarakat Surabaya untuk berpola hidup sehat cukup tinggi sehingga mendukung meningkatnya angka harapan hidup.

Angka artisipasi murni SMP merupakan faktor yang diduga berpengaruh terhadap IPM di Jawa Timur. Variabel ini dapat menggambarkan dimensi pendidikan dalam indikator IPM. Tabel 4.1 menunjukkkan bahwa nilai rata-rata angka partisipasi murni SMP sebesar 80,90% dengan variansi sebesar 31,18%. Nilai angka partisipasi murni SMP terendah terdapat di Kabupaten Sampang

sebesar 62,50% sedangkan tertinggi terdapat pada Kabupaten Madiun sebesar 88,65%. Kabupaten Sampang merupakan wilayah yang memiliki angka partisipasi murni jenjang SMP terendah karena masyarakat Sampang beranggapan bahwa sekolah di luar Kabupaten Sampang lebih baik, sehingga banyak pelajar yang pindah sekolah ke Kabupaten/Kota lain. Kota Madiun memiliki nilai angka partisipasi murni jenjang SMP tertinggi hal ini terlihat bahwa penduduk Kota Madiun memiliki kesadaran yang tinggi terhadap pendidikan.

Angka partisipasi murni SMA merupakan salah satu faktor yang diduga mempengaruhi IPM. APM SMA dapat menggambarkan dimensi pendidikan yang terdapat dalam indikator IPM. Berdasarkan Tabel 4.1, dapat dilihat bahwa nilai rata-rata angka partisipasi murni jenjang SMA sebesar 74,61%. Terindikkasi nilai rata-rata angka partisipasi murni jenjang SMA sederajat belum mencapai nilai target nasional yaitu 100%, dikarenakan terdapat siswa yang menempuh pendidikan di provinsi lain atau terdapat penduduk yang usia 16 sampai 8 tahun belum memperoleh pendidikan formal jenjang SMA. Nilai variansi sebesar 42,29% juga menunjukkan bahwa indikasi pertumbuhan pendidikan formal jenjang SMA sederajat belum merata pada setiap kabupaten/kota.

Nilai angka partisipasi murni SMA terendah terdapat pada Kabupaten Sampang sebesar 42,92%, sedangkan tertinggi terdapat pada Kota Kediri sebesar 94,04%. Kabupaten Sampang mendapatkan nilai angka partisipasi murni jenjang SMA terendah yang disebabkan lembaga kepanjangan Dinas Pendidikan Provinsi Jawa Timur tidak memiliki dan tidak paham akan data angka partisipasi murni SMA Kabupaten Sampang. Kota Kediri memiliki angka partisipasi murni jenjang SMA tertinggi karena terlihat dari eksistensi lembaga pendidikan SMA di Kota

Kediri lebih baik dibanding Kabupaten/Kota lainnya, sehingga mendorong banyak pelajar dari luar Kota Kediri yang berminat melanjutkan pendidikan di Kota Kediri.

Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja atau TPAK merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap IPM. Berdasarkan Tabel 4.1 terlihat bahwa variabel TPAK memiliki nilai rata-rata sebesar 69,69% yang berarti dari 100 penduduk usia kerja terdapat 70 orang yang aktif dalam kegiatan ekonomi (bekerja dan pengangguran). Nilai minimum TPAK terdapat di Kabupaten Sampang sebesar 64,41%, sedangkan nilai maksimum TPAK terdapat di Kabupaten Pacitan sebesar 79,41%. Pada umumnya, tinggi rendahnya partisipasi penduduk usia sekolah (15-24 tahun) yang masuk dalam kategori kegiatan bersekolah menjadi pendukung tinggi rendahnya TPAK pada beberapa kabupaten ataupun kota. Karena, apabila penduduk usia sekolah yang termasuk dalam kegiatan bersekolah akan mereka akan masuk dalam kelompok buka angkatan kerja.

Tingkat Pengangguran Terbuka atau TPT yang diduga mempengaruhi IPM. Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa TPT memiliki nilai rata-rata sebesar 3,78% yang berarti dari 100 orang angkatan kerja terdapat 4 orang yang menganggur. Menurut laporan Badan Pusat Statistik, dilihat dari daerah tempat tinggalnya, TPT di perkotaan tercatat lebih tinggi dibanding di perdesaan. Jika dilihat dari tingkat pendidikan, TPT untuk Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) tertinggi diantara tingkat pendidikan lain yaitu sebesar 8,92%. Nilai minimum TPT sebesar 1,43% yang terdapat di Kabupaten Pacitan dan nilai maksimum TPT sebesar 6,79 yang terdapat di Kota Malang. Hal ini membuktikan bahwa Kota

Malang masih banyak penduduk yang menganggur. Didukung dengan informasi dari wali Kota Malang, jumlah pengangguran berasal dari alumnus Perguruan Tinggi di Kota Malang yang tidak mau pulang ke kampung halamannya. Sehingga jumlah angkatan kerja dan lapangan pekerjaan tidak sebanding.

4.2 Pemodelan Regresi Nonparametrik Spline pada IPM Jawa Timur

Terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan sebelum melakukan pemodelan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya, yaitu memilih titik knot berdasarkan nilai GCV yang paling minimum, melakukan pengujian signifikansi parameter model secara serentak dan parsial, melakukan pengujian asumsi residual.

Model *Spline* yang digunakan yaitu *Spline* linier dengan satu titik knot, dua titik knot, dan tiga titik knot. Berikut merupakan model regresi nonparametrik *Spline* dengan satu variabel prediktor.

$$y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^P \beta_j x_i^j + \sum_{l=1}^r \beta_{P+l} (x_i - k_l)_+^P + \varepsilon_i, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (4.1)$$

4.2.1 Pemilihan Titik Knot Optimal

Pemilihan titik knot optimum diperoleh melalui nilai GCV minimum. Titik knot merupakan titik perpaduan dimana terjadi perubahan pola data. Model regresi nonparametrik *Spline* terbaik diperoleh dari pemilihan titik knot yang optimum.

1. Pemilihan titik knot dengan satu titik knot

Pemilihan titik knot yang optimal diawali dengan menggunakan satu titik knot, sehingga dengan menggunakan satu titik knot pada variabel-variabel yang memengaruhi IPM Jawa Timur diharapkan mendapat nilai GCV yang paling minimum yang akan menghasilkan model spline terbaik. Berikut merupakan model regresi nonparametrik *Truncated Spline* dengan satu titik knot.

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 (x_1 - k_1)_+^1 + \beta_3 x_2 + \beta_4 (x_2 - k_2)_+^1 + \beta_5 x_3 + \beta_6 (x_3 - k_3)_+^1 + \beta_7 x_4 + \beta_8 (x_4 - k_4)_+^1 + \beta_9 x_5 + \beta_{10} (x_5 - k_5)_+^1 + \beta_{11} x_6 + \beta_{12} (x_6 - k_6)_+^1 \quad (4.1)$$

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai GCV minimum dengan satu titik knot untuk model regresi nonparametrik *Truncated Spline*.

Tabel 4. 2 Titik Knot dan GCV untuk Spline Satu Titik Knot

Titik Knot					Nilai GCV
x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
73,80	86,67	93,23	72,12	5,72	13,34

(Sumber : Hasil olah data Software R 3.5.1, 2019)

Berdasarkan Tabel 4.2 bahwa nilai GCV minimum dengan satu titik knot sebesar 13,34. Titik knot optimal pada variabel x_1 yang menunjukkan AHH berada pada titik knot 73,80. Variabel x_2 yang menunjukkan APM SMP berada pada titik knot 86,67. Selanjutnya variabel x_3 merupakan APM SMA berada pada titik knot 93,23. Variabel x_4 dan x_5 masing-masing menunjukkan TPAK dan TPT yang berada pada titik knot sebesar 72,12 dan 5,72.

2. Pemilihan titik knot dengan dua titik knot

Setelah melakukan pemilihan titik knot optimal dengan satu titik knot. Selanjutnya, memilih titik knot yang optimal dengan dua titik knot. Berikut merupakan model regresi nonparametrik *Truncated Spline* dengan dua titik knot

$$\begin{aligned}
 y = & \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 (x_1 - k_1)_+^1 + \beta_3 (x_1 - k_2)_+^1 + \beta_4 x_2 \\
 & + \beta_5 (x_2 - k_3)_+^1 + \beta_6 (x_2 - k_4)_+^1 + \beta_7 x_3 + \beta_8 (x_3 - k_5)_+^1 \\
 & + \beta_9 (x_3 - k_6)_+^1 + \beta_{10} x_4 + \beta_{11} (x_4 - k_7)_+^1 + \beta_{12} (x_4 - k_8)_+^1 \\
 & + \beta_{13} x_5 + \beta_{14} (x_5 - k_9)_+^1 + \beta_{15} (x_5 - k_{10})_+^1
 \end{aligned} \tag{4.3}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai GCV minimum dengan dua titik knot untuk model regresi nonparametrik *Truncated Spline*.

Tabel 4. 3 Titik Knot dan GCV untuk Spline Dua Titik Knot

Titik Knot					Nilai GCV
x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
66,81	71,72	67,94	64,41	1,40	17,11
77,52	94,62	79,35	79,76	6,90	

(Sumber : Hasil olah data Software R 3.5.1, 2019)

Berdasarkan Tabel 4.3 bahwa nilai GCV minimum dengan dua titik knot sebesar 17,11 dengan nilai titik knot optimal pada variabel x_1 yang merupakan AHH berada pada titik knot 66,81 dan 77,52. Variabel x_2 yang menunjukkan APM SMP berada pada 71,72 dan 94,62. Selanjutnya titik knot pada variabel x_3 yang merupakan APM SMA yaitu berada pada titik knot 67,94 dan 79,35. Variabel x_4 yaitu TPAK berada pada titik knot 64,41 dan 79,76. Pada variabel x_5 yang menunjukkan TPT berada pada titik knot 1,40 dan 6,90.

3. Pemilihan titik knot dengan tiga titik knot

Setelah melakukan pemilihan titik knot optimal dengan dua titik knot. Selanjutnya, memilih titik knot yang optimal dengan tiga titik knot. Berikut merupakan model regresi nonparametrik spline dengan tiga titik knot.

$$\begin{aligned}
 y = & \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 (x_1 - k_1)_+^1 + \beta_3 (x_1 - k_2)_+^1 + \beta_4 (x_1 - k_3)_+^1 + \\
 & \beta_5 x_2 + \beta_6 (x_2 - k_4)_+^1 + \beta_7 (x_2 - k_5)_+^1 + \beta_8 (x_2 - k_6)_+^1 + \beta_9 x_3 + \\
 & \beta_{10} (x_3 - k_7)_+^1 + \beta_{11} (x_3 - k_8)_+^1 + \beta_{12} (x_3 - k_9)_+^1 + \beta_{13} x_4 + \\
 & \beta_{14} (x_4 - k_{10})_+^1 + \beta_{15} (x_4 - k_{11})_+^1 + \beta_{16} (x_4 - k_{12})_+^1 + \beta_{17} x_5 + \\
 & \beta_{18} (x_5 - k_{13})_+^1 + \beta_{19} (x_5 - k_{14})_+^1 + \beta_{19} (x_5 - k_{15})_+^1
 \end{aligned} \tag{4.3}$$

Berikut merupakan hasil perhitungan nilai GCV minimum dengan tiga titik knot untuk model regresi nonparametrik *Truncated Spline*.

Tabel 4. 4 Titik Knot dan GCV untuk Spline Tiga Titik Knot

Titik Knot					Nilai GCV
x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	
73,74	84,13	85,98	72,98	5,82	19,81
73,30	85,06	87,61	74,24	6,27	
73,51	85,53	88,43	74,86	6,49	

(Sumber : Hasil olah data Software R 3.5.1, 2019)

Berdasarkan Tabel 4.4 bahwa nilai GCV minimum dengan tiga titik knot sebesar 19,81. Adapun titik knot optimal pada variabel x_1 AHH berada pada titik knot 73,74, 73,30 dan 73,51. Variabel x_2 APM SMP berada pada titik knot 84,13, 85, 06 dan 85,53. Selanjutnya variabel x_3 APM SMA berada pada titik knot 85,95, 87,61 dan 88,43. Variabel x_4 TPAK berada pada titik knot 72,98, 74,24 dan 74,86. Titik knot yang dihasilkan pada variabel x_5 TPT berada pada saat 5,82, 6,27 dan 6,49.

Setelah melakukan pemilihan titik knot optimal dengan satu titik knot, dua titik knot dan tiga titik knot selanjutnya dilakukan pemilihan nilai GCV minimum

untuk menentukan model terbaik. Berikut merupakan nilai GCV minimum pada setiap pemilihan titik knot optimum yang didapat berdasarkan hasil analisis sebelumnya.

Tabel 4. 5 Perbandingan Nilai GCV Berbagai Knot

Titik Knot Optimum	Nilai GCV Minimum
1 Knot	13,34
2 Knot	17,11
3 Knot	19,81

(Sumber : Hasil olah data Software R 3.5.1, 2019)

Model regresi nonparametrik Truncated Spline terbaik, dapat dilihat dengan nilai GCV minimum. Berdasarkan Tabel 4.5 bahwa pemilihan titik knot dengan satu titik knot memiliki nilai GCV minimum terkecil sebesar 13,34. Oleh karena itu, model regresi nonparametrik spline linier yang digunakan untuk memodelkan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Jawa Timur dengan seluruh komponen nonparametrik adalah dengan satu titik knot. Model regresi nonparametrik spline terbaik dapat dituliskan sebagai berikut.

$$y = 0,008 + 0,538x_1 + 2,567(x_1 - 73,80)_+^1 - 0,003x_2 + 1,907(x_2 - 86,67)_+^1 + 0,385x_3 + 0,052(x_3 - 83,23)_+^1 - 0,085x_4 + 7,038(x_4 - 72,12)_+^1 + 0,613x_5 - 5,371(x_5 - 5,72)_+^1$$

4.2.2 Uji Signifikansi Parameter Model Regresi Nonparametrik *Truncated Spline*

Pengujian signifikansi parameter dilakukan untuk mengetahui parameter yang didapatkan dari hasil pemodelan dengan regresi nonparametrik spline

berpengaruh secara signifikan terhadap variabel IPM atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan dua tahap yaitu uji serentak dan uji parsial.

i. Uji secara serentak

Uji serentak merupakan uji hipotesis yang dipakai untuk mengetahui pengaruh secara bersama-sama dengan menggunakan taraf signifikansi 0,05 dan menggunakan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{10} = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, 10$$

Statistik uji menggunakan uji F dan hasil pengujian parameter secara serentak berupa tabel ANOVA sebagai berikut.

Tabel 4. 6 Tabel ANOVA Uji Serentak

Sumber Variansi	db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	Fhitung
Regresi	10	690,70	69,70	29,39
Residual	27	63,46	2,35	
Total	37	754,16		

Berdasarkan tabel ANOVA pada Tabel 4.6 dapat diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 29,39. Dengan menggunakan taraf signifikan α sebesar 0,05 maka diperoleh keputusan tolak H_0 karena $F_{hitung} = 2,703 > F_{tabel} = 2,20$. Hal ini berarti bahwa minimal terdapat satu parameter pada model yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon.

ii. Uji secara parsial

Selanjutnya, untuk mengetahui parameter variabel-variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon atau IPM. Maka

dilanjutkan pada tahap uji secara parsial. Hipotesis uji parameter model secara parsial adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0, j = 1,2,\dots,10$$

Statistik uji menggunakan uji t dan hasil dari pengujian parameter model regresi secara parsial adalah sebagai berikut.

Tabel 4. 7 Uji Parsial

Parameter	Estimasi	t-hitung	P-value	Kesimpulan
β_0	0,008	1,077	0,041	Signifikan
β_1	0,538	1,871	0,016	Signifikan
β_2	2,567	2,571	0,017	Signifikan
β_3	-0,003	-1,462	0,006	Signifikan
β_4	1,907	0,604	0,043	Signifikan
β_5	0,385	3,347	0,007	Signifikan
β_6	0,052	0,753	0,004	Signifikan
β_7	-0,085	-2,261	0,048	Signifikan
β_8	7,038	2,274	0,009	Signifikan
β_9	0,613	2,172	0,035	Signifikan
β_{10}	-5,371	-1,825	0,027	Signifikan

Berdasarkan Tabel 4.7 hasil pengujian parameter secara parsial dengan menggunakan taraf signifikan (α) sebesar 0,05, variabel dikatakan signifikan apabila terdapat salah satu *p-value* pada parameter memiliki nilai kurang dari 0,05. Berdasarkan hasil pengujian parameter secara parsial, dari 10 parameter berpengaruh secara signifikan terhadap IPM di Jawa Timur. Hal ini berarti bahwa variabel AHH, APM SMP, APM SMA, TPAK dan TPT berpengaruh terhadap IPM.

4.2.3 Interpretasi Model

Model regresi nonparametrik *Truncated Spline* yang terpilih menjadi model terbaik adalah model regresi nonparametrik *Truncated Spline* dengan menggunakan satu titik knot dan diperoleh nilai R^2 sebesar 88,35 persen. Nilai tersebut berarti bahwa model terbaik mampu menjelaskan variasi variabel IPM sebesar 88,35%. Sedangkan sisanya dijelaskan oleh variabel prediktor lain yang tidak termasuk dalam model. Berikut merupakan model akhir yang diperoleh.

$$y = 0,008 + 0,538x_1 + 2,567(x_1 - 73,80)_+^1 - 0,003x_2 + 1,907(x_2 - 86,67)_+^1 + 0,385x_3 + 0,052(x_3 - 83,23)_+^1 - 0,085x_4 + 7,038(x_4 - 72,12)_+^1 + 0,613x_5 - 5,371(x_5 - 5,72)_+^1$$

Model regresi nonparametrik *Truncated Spline* tersebut memiliki lima variabel yang signifikan terhadap IPM di Jawa Timur. Variabel yang signifikan yaitu AHH (x_1), APM SMP (x_2), APM SMA (x_3), TPAK (x_4) dan TPT (x_5). Tujuan interpretasi model yaitu untuk mengetahui besar pengaruh masing-masing variabel terhadap IPM di Jawa Timur. Interpretasi dibuat berdasarkan model untuk setiap variabel agar memudahkan dalam interpretasi.

Hubungan antara Angka Harapan Hidup (AHH) terhadap IPM di Jawa Timur dengan asumsi variabel prediktor lain konstan adalah pada saat AHH suatu Kabupaten/Kota bernilai lebih dari 73,80 dan AHH naik sebesar satu persen maka IPM naik sebesar 3,105. Kabupaten Sidoarjo dan Kota Surabaya adalah wilayah yang mencapai nilai lebih dari 73,80 dan kedua wilayah tersebut merupakan wilayah yang berstatus IPM tinggi.

Apabila diasumsikan variabel prediktor lain konstan, maka hubungan antara Angka Partisipasi Murni (APM) SMP terhadap IPM yaitu pada saat kondisi

APM SMP bernilai lebih dari 86,67 dan naik sebesar satu persen, maka IPM akan meningkat sebesar 1,904 persen. Wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Tulungagung, Kabupaten Tuban dan Kota Madiun.

Hubungan antara Angka Partisipasi Murni (APM) SMA terhadap IPM yaitu pada saat APM SMA suatu Kabupaten/Kota bernilai lebih dari sama dengan 93,23 n nilaiya naik satu persen dengan asumsi variabel prediktor lain konstan, maka IPM naik sebesar 0,437 persen. Adapun wilayah yang termasuk dalam interval ini adalah Kota Probolinggo dengan status IPM tinggi.

Apabila diasumsikan variabel prediktor lain konstan, maka hubungan antar Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) terhadap IPM yaitu pada saat TPAK suatu Kabupaten/Kota bernilai lebih dari sama dengan 72,12 dan nilainya naik satu persen, maka IPM akan meningkat sebesar 6,953 persen. Kabupaten Pacitan, Kabupaten Banyuwangi, Kabupaten Magetan, Kabupaten Ngawi dan kota Blitar merupaka wilayah yang tergolong dalam interval ini.

Hubungan antara Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) terhadap IPM yaitu pada saat kondisi TPT suatu Kabupaten/Kota bernilai kurang dari 5,72 dan TPT naik sebesar dengan asumsi variabel lain konstan, maka IPM akan meningkat sebesar 4,758 persen. Berikut merupakan beberapa wilayah yang tergolong dalam interval ini.

Tabel 4. 8 Kabupaten/Kota dalam Interval Titik Knot x_5

No	Kabupaten/Kota
1	Kab. Pacitan
2	Kab. Ponorogo
3	Kab. Trenggalek
4	Kab. Tulungagung
5	Kab. Blitar

Tabel 4.8 Lanjutan

No	Kabupaten/Kota
6	Kab. Kediri
7	Kab. Malang
8	Kab. Lumajang
9	Kab. Jember
10	Kab. Banyuwangi
11	Kab. Bondowoso
12	Kab. Lamongan
13	Kab. Gresik
14	Kab. Bangkalan
15	Kab. Sampang
16	Kab. Pamekasan
17	Kab. Sumenep
18	Kota Kediri
19	Kab. Situbondo
20	Kab. Probolinggo
21	Kab. Sidorarjo
22	Kab. Mojokerto
23	Kab. Jombang
24	Kab. Nganjuk
25	Kab. Madiun
26	Kab. Magetan
27	Kab. Ngawi
28	Kab. Bojonegoro
29	Kab. Tuban
30	Kota Blitar
31	Kota Probolinggo
32	Kota Pasuruan
33	Kota Mojokerto
34	Kota Madiun
35	Kota Batu

4.3 Kajian Kualitas Manusia dalam Islam

Manusia merupakan makhluk yang paling menakjubkan, makhluk yang multi dimensi, sangat terbuka dan mempunyai potensi yang agung. Manusia diciptakan sebagai makhluk pribadi dan makhluk sosial. Terdapat tiga unsur manusia sebagai makhluk pribadi, yaitu unsur perasaan, unsur akal dan unsur jasmani. Pengamalan potensi yang dimiliki manusia, dibutuhkan kemampuan dan kualitas manusia yaitu kualitas iman, kualitas pengetahuan dan kualitas amal shalih.

Allah Swt berfirman dalam Al-Qur'an surat at-Tin ayat 6

Artinya: "... Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal shaleh, maka bagi mereka pahala yang tiada putus."(QS. At-Tin ayat:6)

Tafsir Al- Misbah menyatakan bahwa kata *illa* umumnya berarti kecuali. Oleh karena itu, sesuatu yang dikecualikan merupakan bagian dari kelompok yang disebutkan sebelumnya. Ayat sebelumnya menyebutkan bahwa semua manusia berada dalam kesesatan serta berada di tempat yang paling tidak terhormat. Tetapi pada ayat ini disampaikan bahwa ada sebagian dari mereka yang tidak sesat, yaitu mereka yang beriman dan mengerjakan perbuatan baik (Shihab, 2002).

Kualitas pengetahuan sudah menjadi potensi awal manusia, karena ketika Allah menciptakan manusia, "*Allah mengajarkan Adam segala nama benda*" (QS: Al-Baqarah 2:30). Oleh karena itu, manusia sudah sejak lahir memiliki potensi pengetahuan, kemudian potensi tersebut dikembangkan. Sebagaimana dalam Al—Qur'an surat Al-Mujadalah ayat 11.

Artinya: "...Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat."(QS. Al-Mujadalah ayat:11)

M. Quraish Shihab (2002) dalam Tafsir Al Misbah mengatakan bahwa ayat di atas secara tegas tidak menyebut bahwa Allah akan meninggikan derajat orang yang berilmu. Tetapi menegaskan bahwa mereka memiliki derajat-derajat yakni lebih tinggi sekedar beriman. Ilmu yang dimiliki itulah yang berperan besar dalam ketinggian derajat yang diperoleh, bukan akibat dari faktor diluar ilmu itu. Ilmu yang dimaksud bukan hanya ilmu agama tetapi ilmu apapun yang bermanfaat.

Manusia dikatakan berkualitas apabila mengerjakan amal shaleh dan memiliki ilmu pengetahuan. Allah mengangkat derajat orang yang berilmu. Ilmu

dibutuhkan manusia untuk menupang kelangsungan peradabannya, karena manusia diamanatkan Allah untuk mengolah dan memberdayakan alam ini.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. IPM di Jawa Timur memiliki nilai rata-rata sebesar 70,97%. Nilai IPM tertinggi terdapat di Kota Surabaya sebesar 81,74%. Kota Surabaya mencapai nilai IPM tertinggi di Jawa Timur karena sarana dan prasarana kesehatan di Surabaya relatif lengkap dan masyarakatnya dengan mudah memanfaatkan akses sarana dan prasarana kesehatan. Kabupaten Sampang memiliki nilai persentase IPM terendah sebesar 61% dikarenakan sumber daya manusia dan infrastruktur yang dimiliki oleh Kabupaten Sampang masih tergolong rendah.
2. Model regresi nonparametrik *Truncated Spline* terbaik untuk memodelkan Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur adalah dengan menggunakan satu titik knot. Seluruh variabel yang digunakan berpengaruh secara signifikan terhadap IPM di Jawa Timur. Berikut model regresi nonparametrik *Truncated Spline* yang didapatkan

$$y = 0,008 + 0,538x_1 + 2,567(x_1 - 73,80)_+^1 - 0,003x_2 + 1,907 \\ (x_2 - 86,67)_+^1 + 0,385x_3 + 0,052(x_3 - 83,23)_+^1 - 0,085x_4 + \\ 7,038(x_4 - 72,12)_+^1 + 0,613x_5 - 5,371(x_5 - 5,72)_+^1$$

dimana x_1 adalah Angka Harapan Hidup saat lahir, x_2 adalah Angka Partisipasi Murni SMP, x_3 adalah Angka Partisipasi Murni SMA, x_4

adalah Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja dan x_5 adalah Tingkat Pengangguran Terbuka. Koefisien determinasi yang dihasilkan oleh model terbaik adalah sebesar 88,65 persen yang berarti bahwa variabel prediktor mampu menjelaskan variasi variabel respon IPM di Jawa Timur sebesar 88,65 persen, sedangkan sisanya 11,35 persen dijelaskan oleh variabel prediktor lain yang tidak termasuk pada model.

5.2 Saran

Bagi penelitian selanjutnya, disarankan kepada pembaca untuk:

1. Menambahkan variabel-variabel yang diduga mempengaruhi IPM Provinsi Jawa Timur. Menggunakan metode regresi nonparametrik *Truncated Spline* lebih dari tiga titik knot serta menambahkan orde.
2. Menggunakan pendekatan metode nonparametrik lainnya seperti deret fourier atau menggunakan metode regresi birespon spline.

DAFTAR RUJUKAN

- Aryantari, Ikra. 2017. *Pemodelan Indeks Pembangunan Gender (IPG) di Jawa Timur Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Badan Pusat Statistik. 2016. *Indek Kesejahteraan Masyarakat*. Surabaya: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. 2016. *Laporan Eksekutif Kesehatan 2015*. Surabaya: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Indek Pembangunan Manusia di Jawa Timur*. Surabaya: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. 2019. *Indek Pembangunan Manusia*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Bahrul, Abu Bakar. 1990. *Terjemah Tafsir Jalalain*. Bandung: Sinar Baru.
- Budiantara, I.N. 2009. *Spline dalam Regresi Nonparametrik dan Semiparametrik, Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Mendatang*, Pidato Pengukuhan Guru Besar, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya: ITS Press.
- Claussen, P. E. C., 2012. *Regression: When a Nonparametric Approach is Most Fitting*. Master of Science in Statistic, University of Texas, Austin.
- Daniel, W. 1988. *Statistika Nonparametrik Terapan*. Alih bahasa: Alex Tri Kantjono. Jakarta: PT. Gramedia.
- Draper, N. R. dan Smith, H. 1992. *Analisis Regresi Terapan, Edisi Kedua*. Alih Bahasa: Bambang Sumantri. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Eubank, R. L. 1999. *Nonparametric Regression and Spline Smoothing Second Edition*. New York: Marcel Dakker, Inc.
- Firdaus, M.. 2004. *Ekonometrika Suatu Pendekatan Aplikatif*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Gujarati, D. 2009. *Ekonometrika Dasar*. Alih Bahasa: Sumarno Zain. Jakarta: Penerbit Airlangga.
- Hardle, W. 1994. *Applied Nonparametric Regression*. New York: Cambridge University Press.

- Istiqomah, Anny. 2018. Analisis Partisipasi Pendidikan Pada Masyarakat Miskin Rambipuji Kabupaten Jember. *Jurnal Pendidikan Ekonomi (JPE)*, Vol.2 No.2. Jember: Universitas Jember.
- Mantra, I. B. 2003. *Demografi Umum Edisi Kedua*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Nurdiani, Nunung., dkk. 2017. Regresi Nonparametrik Birespon Spline. *Eurekamatika*. Vol.5, No.1. Bandung: Departemen Pendidikan Matematika UPI
- Pratiwi, L. P. S. 2017. Pemodelan Spline *Truncated* dalam Regresi Nonparametrik Birespon. Konferensi *Nasional Sistem & Informatika*, 441-445.
- Shihab, M Quraish. 2001. *Tafsir Al-Mishbah Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Shihab, M Quraish. 2002. *Tafsir Al-Mishbah Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Shihab, M Quraish. 2012. *Tafsir Al-Mishbah Pesan, Kesan dan Keserasian Al-Qur'an*. Jakarta: Lentera Hati.
- Sukirno, Sadono. 2002. *Pengantar Teori Makro Ekonomi*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Utama, Seta Satria., dkk. 2015. Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka di Jawa Tengah Menggunakan Regresi Spline. *Jurnal Gaussian*, Vol. 4, No.1, 113-122. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Wahba, G. 1990. *Spline Models For Observational Data*. University of Winsconsin at Madison.
- Wand, M. P.. 2000. A Comparison of Regression Spline Smoothing Procedures. *Computational Statistics*. Department of Biostatistics, School of Public Health, Harvard University.
- Yanthi, N. P. D. Dan Budiantara, I. N.. 2016. Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia Menggunakan Regresi Nonparametrik Spline di Jawa Tengah. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 157-162. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Zaid, Bakar Abu. 2012. *Tafsir Al-Muyassar*. Solo: An-Naaba'.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian

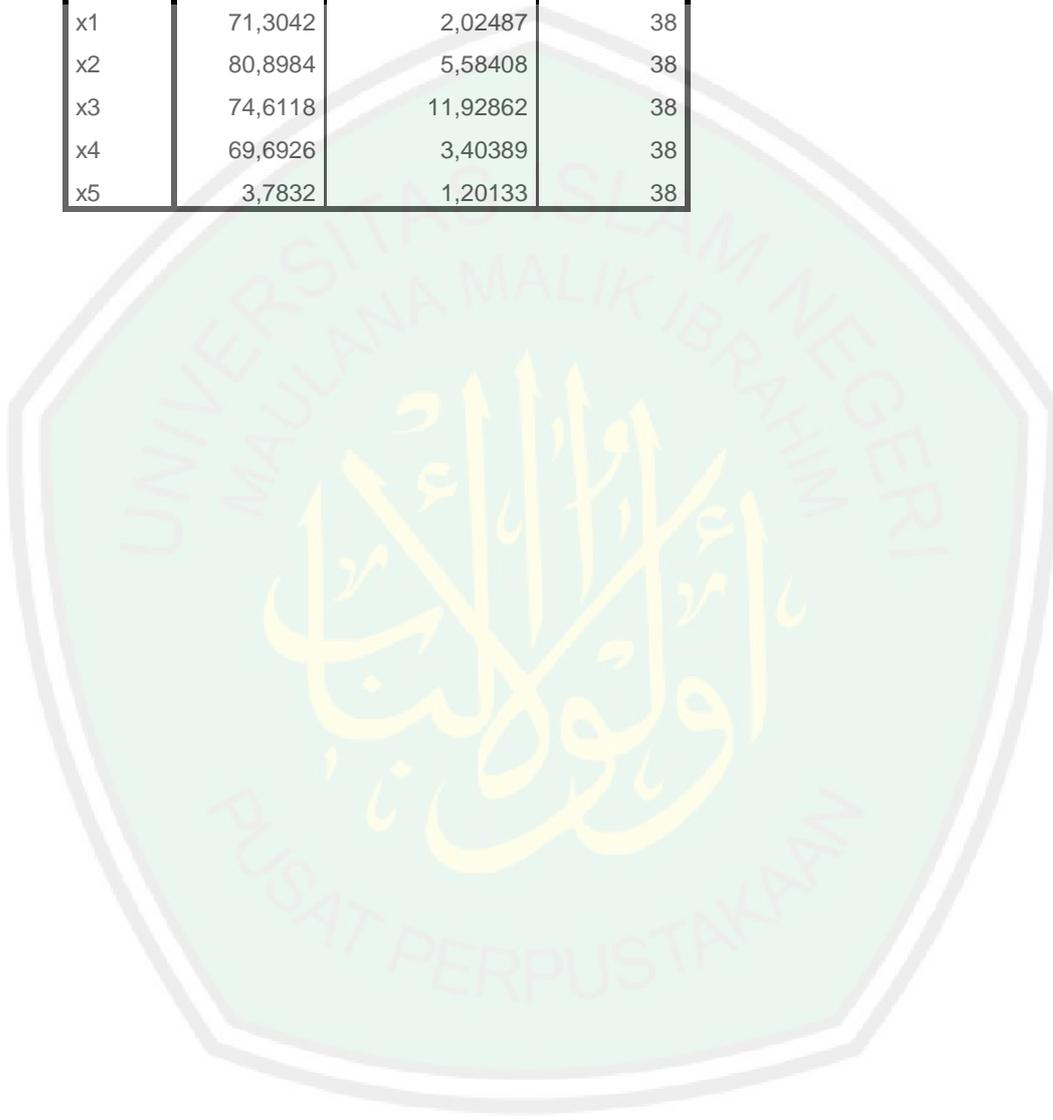
Kabupaten/Kota	y	x₁	x₂	x₃	x₄	x₅
Pacitan	67,33	71,52	73,28	72,89	79,41	1,43
Ponorogo	69,91	72,43	83,62	75,61	72,07	3,87
Trenggalek	68,71	73,35	87,1	89,09	75,19	4,17
Tulungagung	71,99	73,74	88,6	75,21	70,62	2,61
Blitar	69,93	73,16	81,63	62,41	70,61	3,37
Kediri	71,07	72,37	81,8	63,15	67,70	4,25
Malang	69,4	72,26	81,26	64,6	69,70	3,24
Lumajang	64,83	69,7	78,92	61,58	68,10	2,55
Jember	65,96	68,74	79,93	67,01	67,90	4,09
Banyuwangi	70,06	70,34	80,61	75,72	72,12	3,67
Bondowoso	65,27	66,27	71,06	66,28	71,45	3,9
Situbondo	66,42	68,73	82,88	71,28	71,87	1,92
Probolinggo	64,85	66,71	76,37	63,69	68,41	4,15
Pasuruan	67,41	70,01	76,55	58,37	69,59	6,11
Sidoarjo	79,5	73,82	85,15	76,57	64,53	4,73
Mojokerto	72,64	72,24	83,55	78,97	71,92	4,27
Jombang	71,86	72,04	83,55	89,84	69,86	4,64
Nganjuk	71,23	71,25	84,16	82,92	67,91	2,64
Madiun	71,01	70,97	83,13	70,56	69,52	3,81
Magetan	72,91	72,3	82,15	76,03	77,6	3,92
Ngawi	69,91	71,92	78,27	7074	75,41	3,83
Bojonegoro	67,85	71,07	80,39	81,20	67,13	4,19
Tuban	67,43	71,01	87,09	64,19	71,78	2,83
Lamongan	71,97	72,04	81,75	81,08	68,02	3,17

Gresik	75,28	72,46	85,17	75,86	67,29	5,82
Bangkalan	62,87	69,94	69,28	54,52	68,86	5,25
Sampang	61,00	67,79	62,50	42,92	67,31	2,41
Pamekasan	65,41	67,22	73,89	66,28	69,35	2,92
Sumenep	65,25	70,94	73,21	66,11	71,53	1,79
Kota Kediri	77,58	73,8	85,61	94,04	65,09	3,63
Kota Blitar	77,58	73,36	85,49	81,87	72,21	4,06
Kota Malang	80,89	72,98	82,47	90,22	65,94	6,79
Kota Probolinggo	72,53	70,00	80,85	93,33	64,89	3,64
Kota Pasuruan	74,78	71,18	80,35	88,38	66,33	4,55
Kota Mojokerto	77,14	73,01	84,36	91,36	69,19	2,45
Kota Madiun	80,33	72,59	88,65	92,94	64,41	3,85
Kota Surabaya	81,74	73,98	84,18	80,46	66,98	6,12
Kota Batu	75,04	72,37	85,13	77,97	70,52	3,12

Lampiran 2. Output program SPSS

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
lpm	70,9703	5,20858	38
x1	71,3042	2,02487	38
x2	80,8984	5,58408	38
x3	74,6118	11,92862	38
x4	69,6926	3,40389	38
x5	3,7832	1,20133	38



Lampiran 3. Syntax Penentuan Titik Knot Optimal

```
library(splines)
```

```
> data=read.table("E://SKRIPSI//Dataku//Book2.txt",header = FALSE)
```

```
> data
```

```
> y=data[,1]
```

```
> x1=data[,2]
```

```
> x2=data[,3]
```

```
> x2
```

```
> x3=data[,4]
```

```
> x3
```

```
> x4=data[,5]
```

```
> x4
```

```
> x5=data[,6]
```

```
> x5
```

```
> #Mencari Invers Matriks
```

```
> MPL<-function(x,eps=1e-009)
```

```
+ {
```

```
+ x<-as.matrix(x)
```

```
+ xsvd<-svd(x)
```

```
+ diago<-xsvd$d[xsvd$d>eps]
```

```
+ if(length(diago)==1)
```

```
+ {
```

```
+ xplus<-as.matrix(xsvd$v[,1])%*%(as.matrix(xsvd$u[,1])/diago)
```

```
+ }
```

```
+ else
```

```
+ {
```

```
+ xplus<-  
xsvd$v[,1:length(diago)]%*%diag(1/diago)%*%t(xsvd$u[,1:length(diago)])
```

```
+ }
```

```

+ return(xplus)
+ }
> #Membuat Fungsi Truncated
> trun<-function(gdp,a,power)
+ {
+ gdp[gdp<a]<-a
+ (gdp-a)^power
+ }
> #GCV 1 titik knot
> gcv.knots<-function(respon,x1,x2,x3,x4,x5,orde,knots=c(...))
+ {
+ h<-length(knots)
+ m<-orde
+ kn<-rep(0,h)
+ print(h)
+ if (h==5)
+ {
+ y<-respon
+ n<-length(y)
+ cat("\norde : ",format(m))
+ cat("\n Titik knots GCV")
+ for(j in 1:h)
+ {
+ for(i in 1:h)
+ {kn[i]<-knots[i]}
+ g<-kn[j]+0.1
+ while(kn[j]<=g)
+ {

```

```

+ k1<-kn[1]
+ k2<-kn[2]
+ k3<-kn[3]
+ k4<-kn[4]
+ k5<-kn[5]
+ w<-matrix(0,n,5*m+6)
+ w[,1]<-1
+ for(i in 2:(m+1))
+ {
+ w[,i]<-x1^(i-1)
+ w[,m+i]<-x2^(i-1)
+ w[,2*m+i]<-x3^(i-1)
+ w[,3*m+i]<-x4^(i-1)
+ w[,4*m+i]<-x5^(i-1)
+ }
+ w[, (5*m+2)]<-trun(x1,k1,m)
+ w[, (5*m+3)]<-trun(x2,k2,m)
+ w[, (5*m+4)]<-trun(x3,k3,m)
+ w[, (5*m+5)]<-trun(x4,k4,m)
+ w[, (5*m+6)]<-trun(x5,k5,m)
+ wtw<-t(w)%*%w
+ C<-MPL(wtw)
+ beta<-C%*%t(w)%*%y
+ H<-w%*%MPL(wtw)%*%t(w)
+ mu<-w%*%beta
+ MSE<-t(y-mu)%*%(y-mu)/n
+ I<-matrix(0,ncol=n,nrow=n)
+ for(i in 1:n)

```

```

+ { I[i,i]<-1}
+ GCV<-(n^2*MSE)/(sum(diag(I-H)))^2
+ cat("\n", k1, " ",k2, " ",k3, " ",k4, " ",k5, " ",format(GCV))
+ kn[j]<-kn[j]+0.01
+ kn[1]<-kn[1]+0.01
+ }
+ cat("\n")
+ }
+ }
+ else if(h==10)
+ {
+ y<-respon
+ n<-length(y)
+ kn<-rep(0,h)
+ cat("\nOrde Polinomial : ",format(m))
+ cat("\n Titik knots GCV")
+ for(j in 1:h)
+ {
+ for(i in 1:h)
+ {kn[i]<-knots[i]}
+ g<-kn[j]+0.1
+ while (kn[j]<=g)
+ {
+ k1<-kn[1]
+ k2<-kn[2]
+ k3<-kn[3]
+ k4<-kn[4]
+ k5<-kn[5]

```

```

+ k6<-kn[6]
+ k7<-kn[7]
+ k8<-kn[8]
+ k9<-kn[9]
+ k10<-kn[10]
+ w<-matrix(0,n,5*m+11)
+ w[,1]<-1
+ for(i in 4:(m+1))
+ {
+ w[,i]<-x1^(i-1)
+ w[,m+i]<-x2^(i-1)
+ w[,2*m+i]<-x3^(i-1)
+ w[,3*m+i]<-x4^(i-1)
+ w[,4*m+i]<-x5^(i-1)
+ }
+ w[,5*m+2]<-trun(x1,k1,m)
+ w[,5*m+3]<-trun(x2,k2,m)
+ w[,5*m+4]<-trun(x3,k3,m)
+ w[,5*m+5]<-trun(x4,k4,m)
+ w[,5*m+6]<-trun(x5,k5,m)
+ w[,5*m+7]<-trun(x1,k6,m)
+ w[,5*m+8]<-trun(x2,k7,m)
+ w[,5*m+9]<-trun(x3,k8,m)
+ w[,5*m+10]<-trun(x4,k9,m)
+ w[,5*m+11]<-trun(x5,k10,m)
+ wtw<-t(w)%*%w
+ beta<-MPL(wtw)%*%t(w)%*%y
+ H<-w%*%MPL(wtw)%*%t(w)

```

```

+ mu<-w%*%beta
+ MSE<-t(y-mu)%*%(y-mu)/n
+ I<-matrix(0,ncol=n,nrow=n)
+ for(i in 1:n)
+ { I[i,i]<-1}
+ GCV<-(n^2*MSE)/(sum(diag(I-H)))^2
+ cat("\n", k1, " ",k2, " ",k3, " ",k4, " ",k5, " ",k6, " ",k7, " ",k8, " ",k9, " ",k10,"
",format(GCV))
+ kn[j]<-kn[j]+0.01
+ kn[1]<-kn[1]+0.01
+ }
+ kn[2]<-kn[2]+0.01
+ kn[3]<-kn[3]+0.01
+ kn[4]<-kn[4]+0.01
+ kn[5]<-kn[5]+0.01
+ }
+ cat("\n")
+ }
+

```

Lampiran 4. Output Satu, Dua dan Tiga Titik Knot

Output Satu Titik Knot

```
> #Running program
> gcv.knots(y,x1,x2,x3,x4,x5,2,knots=c(1,1,1,1,1))
[1] 5
orde : 2
Titik knots GCV
72.90 84.60 90.39 70.25 4.09 15.07
72.12 85.07 91.21 70.76 4.25 14.42
72.52 85.54 92.02 71.49 5.06 14.14
72.74 86.00 92.48 72.01 5.25 13.38
73.80 86.67 93.23 72.12 5.72 13.34
73.89 86.94 94.77 73.63 5.82 14.02
73.62 87.40 95.29 73.98 6.00 14.15
73.84 87.78 96.11 74.62 6.08 14.21
74.07 88.43 96.82 75.24 6.12 14.37
74.29 88.18 97.73 75.87 6.23 14.55
```

Output Dua Titik Knot

```
> #Running program
> gcv.knots(y,x1,x2,x3,x4,x5,2,knots=c(2,2,2,2,2))
[1] 5
orde : 2
Titik knots GCV
66.81 71.72 67.94 64.41 1.40 21.73
73.19 94.62 79.35 79.76 6.90
66.81 71.72 67.94 64.41 1.40 21.80
73.41 94.62 79.35 79.76 6.90
66.81 71.72 67.94 64.41 1.40 22.15
```

73.89	94.62	79.35	79.76	6.90	
66.81	71.72	67.94	64.41	1.40	22.25
77.07	94.62	79.35	79.76	6.90	
66.81	71.72	67.94	64.41	1.40	21.72
77.52	94.62	79.35	79.76	6.90	
66.81	71.72	67.94	64.41	1.40	17.11
77.52	94.62	79.35	79.76	6.90	
66.93	78.46	68.36	67.34	1.62	25.85
67.03	77.65	69.15	67.79	1.84	
66.93	78.46	68.36	67.34	1.62	23.73
67.23	77.72	69.89	68.95	2.06	
66.93	78.46	68.36	67.34	1.62	37.61
67.44	78.38	70.71	70.23	2.27	
66.93	78.46	68.36	67.34	1.62	38.39
67.65	78.84	71.52	70.48	2.52	

Output Tiga Titik Knot

```
> #Running program
> gcv.knots(y,x1,x2,x3,x4,x5,2,knots=c(3,3,3,3,3))
```

[1] 5

orde : 2

Titik knots GCV

73.74	84.13	85.98	72.98	5.82	22.73
73.14	85.65	87.09	71.45	6.04	
72.19	87.09	89.84	75.41	6.26	
73.74	84.13	85.98	72.98	5.82	24.46
73.14	85.65	87.09	71.45	6.04	
72.41	87.54	90.22	75.87	6.94	

73.74	84.13	85.98	72.98	5.82	25.03
73.14	85.65	87.09	71.45	6.04	
72.63	88.01	91.08	77.60	6.71	
73.74	84.13	85.98	72.98	5.82	29.12
73.14	85.65	87.09	71.45	6.04	
72.85	88.48	91.36	77.12	6.94	
73.74	84.13	85.98	72.98	5.82	24.23
73.14	85.65	87.09	71.45	6.04	
73.07	88.65	92.94	77.75	7.16	
73.74	84.13	85.98	72.98	5.82	19.81
73.30	85.06	87.61	74.24	6.27	
73.51	85.53	88.43	74.86	6.49	
73.74	84.13	85.98	72.98	5.82	25.48
73.30	85.06	87.61	74.24	6.27	
72.19	87.05	90.22	75.41	6.26	
73.74	84.13	85.98	72.98	5.82	32.77
73.30	85.06	87.61	74.24	6.27	
72.41	87.54	90.22	75.87	6.49	
73.74	84.13	85.98	72.98	5.82	35.12
73.30	85.06	87.61	74.24	6.27	
72.63	88.01	91.00	77.60	6.71	
73.74	84.13	85.98	72.98	5.82	34.24
73.30	85.06	87.61	74.24	6.27	
73.85	88.48	91.36	77.12	6.94	

Lampiran 5. Syntax Estimasi Parameter Regresi Nonparametrik Spline

```
> MPL<-function(x,eps=1e-009)
+ {
+ x<-as.matrix(x)
+ xsvd<-svd(x)
+ diago<-xsvd$d[xsvd$d>eps]
+ if(length(diago)==1)
+ {
+ xplus<-as.matrix(xsvd$v[,1])%*%t(as.matrix(xsvd$u[,1])/diago)
+ }
+ else
+ {
+ xplus<-
+ xsvd$v[,1:length(diago)]%*%diag(1/diago)%*%t(xsvd$u[,1:length(diago)])
+ }
+ return(xplus)
+ }
> trun<-function(gdp,a,power)
+ {
+ gdp[gdp<a]<-a
+ (gdp-a)^power
+ }
> spline.knots<-function(respon,x1,x2,x3,x4,x5,orde,knots=c(...))
+ {
+ y<-respon
+ n<-length(y)
+ r<-length(knots)
+ k<-r/5
+ m<-orde
```

```

+ v<-matrix(0,n,1+5*(m+k))
+ v[,1]<-1
+ for(i in 4:(m+1))
+ {v[,i]<-x1^(i-1)
+ v[,i+m]<-x2^(i-1)
+ v[,2*m+i]<-x3^(i-1)
+ v[,3*m+i]<-x4^(i-1)
+ v[,4*m+i]<-x5^(i-1)
+ }
+ for(i in 1:k)
+ {v[,5*m+4*i+i-2]<-trun(x1,knots[1+5*(i-1)],m)
+ v[,5*m+4*i+i-1]<-trun(x2,knots[2+5*(i-1)],m)
+ v[,5*m+4*i+i]<-trun(x3,knots[3+5*(i-1)],m)
+ v[,5*m+4*i+i+1]<-trun(x4,knots[4+5*(i-1)],m)
+ v[,5*m+4*i+i+1]<-trun(x5,knots[5+5*(i-1)],m)
+ }
+ vtv<-t(v)%*%v
+ C<-MPL(vtv)
+ beta<-MPL(vtv)%*%t(v)%*%y
+ for(i in 1:(5*(m+k)+1))
+ {
+ cat("Beta ke-",i,"=",beta[i],"\n")
+ }
+ h<-v%*%MPL(vtv)%*%t(v)
+ ytopi<-v%*%beta
+ error<-y-ytopi
+ MSE<-sum((error)^2)/n

```

```

+
cat("=====
=====")

+ cat("\ny\t\tytopi\t\terror")

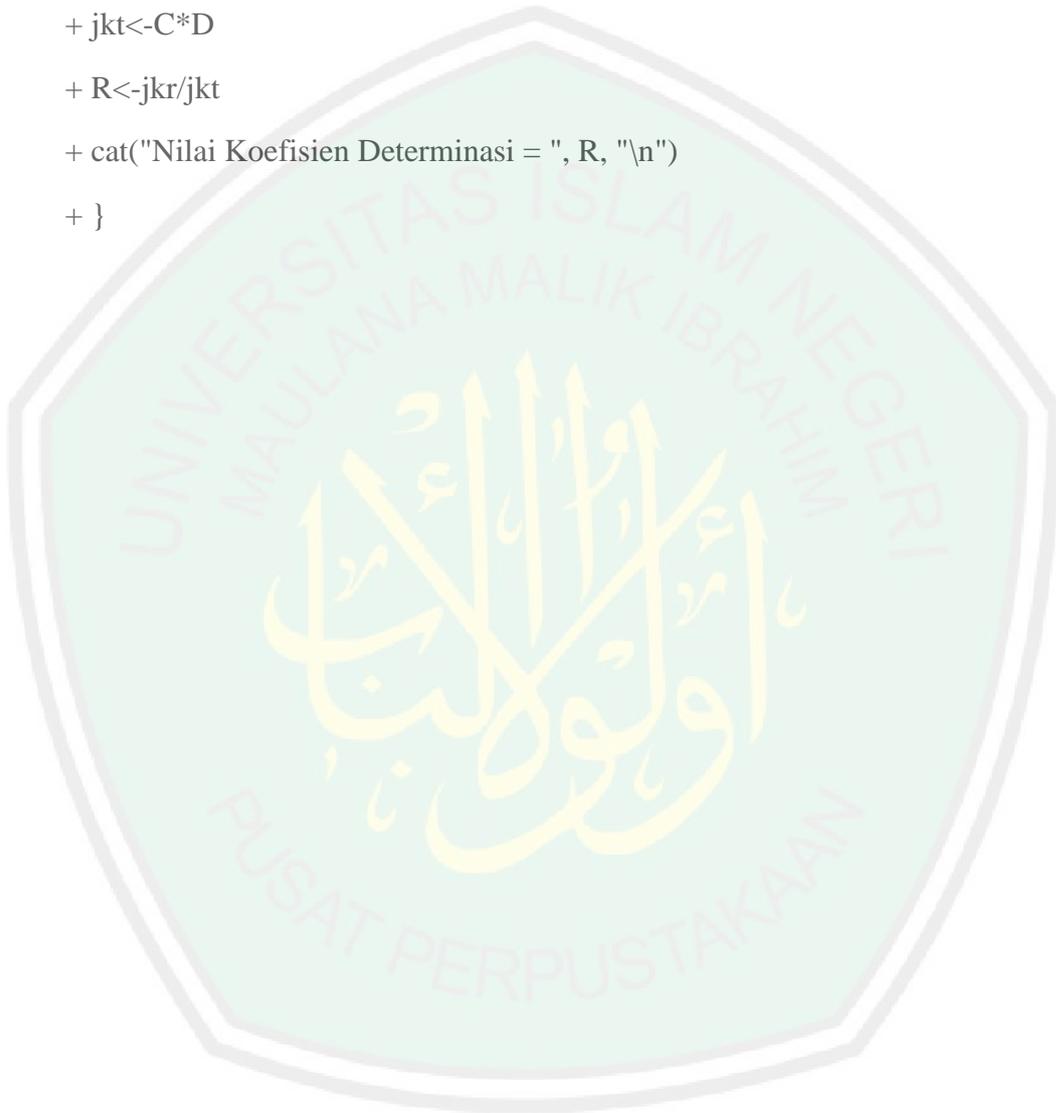
+
cat("=====
=====")

+ for(i in 1:n)
+ {
+ cat("\n",y[i],"\t",ytopi[i],"\t",error[i])
+ }
+
+ cat("\n=====
=====\n")

+ cat("\n MSE=",MSE,"\n")
+ yb<-as.vector(ytopi)
+ n<-length(y)
+ B<-0
+ for(i in 1:n)
+ {
+ b<-(y[i]-mean(y))*(yb[i]-mean(yb))
+ B<-B+b
+ }
+ jkr<-B^2
+ C<-0
+ for(i in 1:n)
+ {
+ c<-(y[i]-mean(y))^2
+ C<-C+c
+ }
+ D<-0

```

```
+ for(i in 1:n)
+ {
+ d<-(yb[i]-mean(yb))^2
+ D<-D+d
+ }
+ jkt<-C*D
+ R<-jkr/jkt
+ cat("Nilai Koefisien Determinasi = ", R, "\n")
+ }
```



Lampiran 6. Output Model Spline dengan Satu Titik Knot

> #Running program

> spline.knots(y,x1,x2,x3,x4,x5,2,knots=c(73.80,86.67,93.23,72.12,5.72))

Beta ke- 1 = 0.008

Beta ke- 2 = 0.538

Beta ke- 3 = 2.567

Beta ke- 4 = -0.003

Beta ke- 5 = 1.907

Beta ke- 6 = 0.385

Beta ke- 7 = 0.052

Beta ke- 8 = -0.085

Beta ke- 9 = 7.038

Beta ke- 10 = 0.613

Beta ke- 11 = -5.371

=====
=====
y ytopi
error=====

67.33	67.56601	-0.2360081
69.91	71.9454	-2.035398
68.71	73.66422	-4.954222
71.99	73.99236	-2.002356
69.93	70.33542	-0.4054164
71.07	70.92687	0.1431314
69.40	69.94348	-0.5434807
64.83	65.64948	-0.8194782
65.96	67.4522	-1.4922
70.06	68.43643	1.623567

65.27	65.08528	0.1847237
66.42	66.32618	0.09381877
64.85	64.93661	-0.08661412
67.41	65.94991	1.460085
79.50	79.31803	0.181972
72.64	71.92129	0.7187095
71.86	72.80266	-0.9426595
71.23	72.31773	-1.087726
71.01	70.11438	0.8956171
72.91	71.63696	1.273041
69.91	68.96153	0.948466
67.85	71.95587	-4.105873
67.43	67.64259	-0.2125946
71.97	73.02943	-1.059434
75.28	76.32896	-1.048963
62.87	63.48527	-0.6152705
61.00	60.956	0.04399526
65.41	64.96366	0.4463359
65.25	65.47719	-0.2271913
77.58	79.23614	-1.656145
77.58	73.94049	3.639512
80.89	82.04071	-1.150707
72.53	73.04482	-0.5148227
74.78	72.94558	1.83442
77.14	74.41412	2.725876
80.33	76.99936	3.330639
81.74	80.27492	1.465081
75.04	72.64063	2.399368

=====

Nilai Koefisien Determinasi = 88.6487



RIWAYAT HIDUP



Lisahatul Khotijah, lahir di Sumenep 08 Juni 1996, tinggal di Desa Kolpo, Kecamatan Batang-Batang, Kabupaten Sumenep. Anak sulung dari dua bersaudara, putri dari pasangan bapak Thoyyib dan ibu Hosyadi.

Pendidikan dasar di MI Ta'limus Shibyan Kolpo dan lulus pada 2008. Pendidikan menengah pertama di MTs Ta'limus Shibyan dan lulus pada tahun 2011, kemudian melanjutkan pendidikan menengah atas di MA Nasy'atul Muta'allimin Gapura dan lulus pada tahun 2014. Selanjutnya menempuh pendidikan tinggi pada tahun 2015 di Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang mengambil jurusan Matematik Fakultas Sains dan Teknologi. Penulis dapat dihubungi melalui email: lisakhadeejah@gmail.com.



KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Gajayana No. 50 Dinoyo Malang Telp./Fax.(0341)558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Lisahatul Khotijah
NIM : 15610117
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika
Judul Skripsi : Pemodelan Regresi Nonparametrik *Truncated Spline*
Pada Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur
Pembimbing I : Mohammad Nafie Jauhari, M.Si
Pembimbing II : Ria Dhea Layla N.K., M.Si

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	04 Juli 2019	Konsultasi Bab I & Bab II	1.
2	22 Juli 2019	Revisi Bab I, Bab II, Bab III dan Konsultasi Bab IV	2.
3	16 Juli 2019	Konsultasi Agama Bab I & Bab II	3.
4	05 Agustus 2019	Revisi Bab IV dan ACC Bab I, Bab II & Bab III	4.
5	28 Agustus 2019	ACC Agama Bab I & Bab II	5.
6	25 Oktober 2019	Revisi Bab I & Bab II	6.
7	29 Oktober 2019	Konsultasi Agama Bab IV	7.
8	04 November 2019	Revisi Bab IV	8.
9	10 Desember 2019	ACC Agama Keseluruhan	9.
10	04 Februari 2020	Revisi Bab IV dan Konsultasi Bab V	10.
11	05 Februari 2020	Revisi Bab IV & Bab V	11.
12	07 Februari 2020	ACC Keseluruhan	12.

Malang, 07 Februari 2020
Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika

Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001