

**PENGGUNAAN METODE *CROSS VALIDATION* UNTUK
MENENTUKAN *BANDWIDTH* OPTIMUM PADA MODEL *MIXED*
GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION (MGWR)**

SKRIPSI

**OLEH
FUTICHA TUL JANNAH
NIM. 15610050**



**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**PENGGUNAAN METODE *CROSS VALIDATION* UNTUK
MENENTUKAN *BANDWIDTH* OPTIMUM PADA MODEL *MIXED*
GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION (MGWR)**

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
Futichatul Jannah
NIM. 15610050**

**JURUSAN MATEMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019**

**PENGGUNAAN METODE *CROSS VALIDATION* UNTUK
MENENTUKAN *BANDWIDTH* OPTIMUM PADA MODEL *MIXED*
GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION (MGWR)**

SKRIPSI

Oleh
Futichatul Jannah
NIM. 15610050

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal 06 Desember 2019

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Dr. Sri Harini, M.Si
NIP.19731014 200112 1 002



M. Nafie Jauhari, M.Si
NIPT. 19870218 20160801 1 056

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



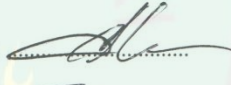

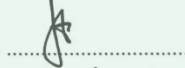
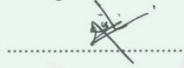
Dr. Usman Pagalay, M.Si
NIP. 19650414 200312 1 001

**PENGGUNAAN METODE *CROSS VALIDATION* UNTUK
MENENTUKAN *BANDWIDTH* OPTIMUM PADA MODEL *MIXED*
GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION (MGWR)**

SKRIPSI

Oleh
Futichatul Jannah
NIM. 15610050

Telah Dipertahankan di Depan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Matematika (S.Mat)
Tanggal 20 Desember 2019

Penguji Utama	: Abdul Aziz, M.Si	: 
Ketua Penguji	: Dr. Usman Pagalay, M.Si	: 
Sekretaris Penguji	: Dr. Sri Harini, M. Si	: 
Anggota Penguji	: M. Nafie Jauhari, M. Si	: 

Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Futichatul Jannah

NIM : 15610050

Jurusan : Matematika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Penggunaan Metode *Cross Validation* untuk Menentukan *Bandwidth* Optimum pada Model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR)

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan 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, 06 Desember 2019

Yang membuat pernyataan,



Futichatul Jannah

NIM. 15610050

MOTO

“Berlelah-lelahlah, manisnya hidup terasa setelah kamu lelah berjuang”

(Imam Syafi’i)



PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk:

Ayahanda Humam dan Ibunda Zubaidah tercinta yang tak pernah putus memberikan do'a, motivasi, semangat, kasih sayang, nasihat untuk selalu ikhlas dan istiqomah dalam menuntut ilmu mencari ridlo Allah Swt.

Kakak Nur Wafa yang selalu menginspirasi penulis, dan kerabat yang selalu mendorong untuk berusaha semaksimal mungkin dalam menyelesaikan sesuatu.

Sahabat dan teman-teman seperjuangan yang tak pernah lelah memberikan dukungan dan do'a yang tak terhingga kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

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. Dr. Sri Harini, M.Si, selaku dosen pembimbing I yang telah banyak memberikan arahan, nasihat, motivasi, dan berbagi pengalaman yang berharga kepada penulis
5. M. Nafie Jauhari, M.Si, selaku dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan berbagi ilmunya 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 kakak 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. Seluruh teman-teman di Jurusan Matematika angkatan 2015 “Lattice Math”, Sobat Besta, Kamar “L” PPP.Al-Hikmah Al-Fathimiyyah (Inyong, Kawid, Kaulis, Napa, Inas, Jecqi, Mila, Dodoh, Mba Li, Mami, Firda, Ririn, Ela, Mega, Luluk), teman seperjuangan yang berjuang bersama untuk meraih kesuksesan.
10. 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, 06 Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PERSETUJUAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	
HALAMAN MOTTO	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR SIMBOL	xv
ABSTRAK	xvi
ABSTRACT.....	xvii
ملخص.....	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Batasan Masalah.....	6
1.6 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
2.1 Data Spasial.....	8
2.2 Heterogenitas Spasial	8
2.3 Uji Asumsi Klasik	9
2.3.1 Uji Normalitas	10
2.3.2 Uji Multikolinearitas	10
2.3.3 Uji Heteroskedastisitas	11
2.4 Model <i>Geographically Weighted Regression</i> (GWR)	12
2.5 Model <i>Mixed Geographically Weighted Regression</i> (MGWR).....	13
2.5.1 Estimasi Parameter model <i>Mixed Geographically Weighted Regression</i>	13

2.5.2	Pengujian Hipotesis Model MGWR.....	16
2.5.3	Kriteria Kebaikan Model.....	20
2.6	Matriks Pembobot	21
2.7	Bandwidth Optimum.....	22
2.8	<i>Cross Validation</i>	25
2.9	Indeks Pengangguran Manusia (IPM).....	26
2.9.1	Angka harapan hidup.....	27
2.9.2	Kemiskinan.....	27
2.9.3	Harapan Lama Sekolah	28
2.9.4	Pengeluaran Per kapita	28
2.9.5	Konsumsi Rumah Tangga untuk Makanan	29
2.10	Kajian Agama mengenai Indeks Pembangunan Manusia.....	29

BAB III METODE PENELITIAN

3.1	Pendekatan Penelitian	32
3.2	Sumber Data.....	32
3.3	Variabel Penelitian	32
3.4	Tahap Analisis Data	33
3.4.1	Penentuan <i>Bandwidth</i> Optimum Model MGWR	33
3.4.2	Aplikasi pada Data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Provinsi Jawa Timur tahun 2017.....	33
3.5	<i>Flow Chart</i>	35

BAB IV PEMBAHASAN

4.1	Metode <i>Cross Validation</i> dalam Menentukan <i>Bandwidth</i> Optimum Model MGWR.....	36
4.2	Implementasi Data.....	39
4.2.1	Deskripsi Data	39
4.2.2	Uji Asumsi Data	45
4.2.3	Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan Regresi Linier	49
4.2.4	Uji Heterogenitas Spasial	50
4.2.5	Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan GWR.....	51
4.2.6	Pemetaan Angka Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan GWR	55
4.2.7	Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia dengan MGWR.....	57
4.2.8	Pemetaan Angka Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan MGWR.....	58
4.2.9	Pemilihan Model Terbaik.....	61
4.2.10	Kajian Islam tentang Indeks Pembangunan Manusia.....	61

BAB V PENUTUP

5.1	Kesimpulan.....	64
5.2	Saran.....	65

DAFTAR RUJUKAN
LAMPIRAN
RIWAYAT HIDUP



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Uji Normalitas.....	46
Tabel 4.2	Koefisien Korelasi antar Variabel Bebas	47
Tabel 4.3	Nilai <i>Variance Inflation Factor</i>	48
Tabel 4.4	Uji Heteroskedastisitas.....	49
Tabel 4.5	Pendugaan Parameter Model Regresi Linier	49
Tabel 4.6	Pendugaan Parameter Regresi Linier dengan Variabel Signifikan. 50	50
Tabel 4.7	Uji <i>Breusch-Pagan</i> (BP)	50
Tabel 4.8	Hasil <i>Bandwidth</i> Optimum	51
Tabel 4.9	Uji Kesesuaian Model GWR	52
Tabel 4.10	Uji Signifikansi Parameter Model GWR Kabupaten Tuban.....	53
Tabel 4.11	Estimasi Parameter Model GWR di Kabupaten Tuban	54
Tabel 4.12	Pengelompokan Kabupaten/Kota berdasarkan Variabel Signifikan 55	55
Tabel 4.13	Uji Signifikansi Parameter Model MGWR Kabupaten Tuban	57
Tabel 4.14	Pengelompokan Kabupaten/Kota berdasarkan Variabel Signifikan 59	59
Tabel 4.15	Pengelompokan Wilayah berdasarkan Variabel Signifikan.....	59
Tabel 4.16	Nilai AIC.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Flowchart Tahapan Analisis Data	35
Gambar 4.1	Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur Tahun 2017	39
Gambar 4.2	Angka Harapan Hidup.....	41
Gambar 4.3	Persentase Penduduk Miskin.....	42
Gambar 4.4	Harapan Lama Sekolah	43
Gambar 4.5	Pengeluaran Perkapita	44
Gambar 4.6	Konsumsi Rumah Tangga untuk Makanan	45
Gambar 4.7	Peta Model GWR Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur tahun 2017 berdasarkan Variabel yang Signifikan.....	56
Gambar 4.8	Peta Model MGWR Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur tahun 2017 berdasarkan Variabel yang Signifikan.....	60

DAFTAR SIMBOL

\mathbf{Z}	: matriks berukuran $n \times (p + 1)$ yang berisi vektor yang sudah dibakukan untuk setiap pengamatan
f	: $(f_1, f_2, \dots, f_n)'$
ε_i^2	: kuadrat galat untuk pengamatan ke- i
σ^2	: ragam galat
$S(x)$: nilai frekuensi kumulatif dibagi jumlah frekuensi
$F_0(X)$: fungsi peluang kumulatif, $P(Z \leq Z_{(i)})$
$r_{x_1x_2}$: korelasi antara x_1 dan x_2
y_i	: nilai pengamatan variabel respon pada lokasi ke- i
$\beta_0(u_i, v_i)$: nilai intersep model regresi
$\beta_k(u_i, v_i)$: nilai parameter regresi untuk setiap lokasi ke- i
x_{ik}	: nilai pengamatan variabel prediktor pada lokasi ke- i
(u_i, v_i)	: titik koordinat (lintang, bujur) pada lokasi ke- i
ε_i	: <i>error</i> ke- i
f_h	: fungsi yang berpengaruh pada jarak
\hat{f}_h	: fungsi penduga yang berpengaruh pada jarak

ABSTRAK

Jannah, Futichatul, 2019. **Penggunaan Metode *Cross Validation* untuk Menentukan *Bandwidth* Optimum pada Model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR)**. Skripsi. Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (1) Dr. Sri Harini, M.Si, (2) M. Nafie Jauhari, M.Si.

Kata kunci: *Cross Validation*, *Bandwidth* Optimum, MGWR

Bandwidth merupakan suatu radius lingkaran yang mempunyai titik dan berpengaruh pada pembentukan parameter model lokasi observasi ke-*i*. Pemilihan *bandwidth* optimum dapat dilakukan dengan beberapa metode yang dapat mempengaruhi fungsi pembobot. Fungsi pembobot tersebut akan membentuk matriks pembobot di setiap lokasi observasi pada model yang berbasis geografis, sehingga dapat digunakan untuk mendapatkan estimasi parameter gabungan dari GWR dan regresi linier global yaitu *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan hasil *bandwidth* menggunakan metode *Cross Validation* (CV) model MGWR serta penerapannya pada data indeks pembangunan manusia di Jawa Timur tahun 2017. Adapun variabel yang digunakan adalah angka harapan hidup (X_1), penduduk miskin (X_2), harapan lama sekolah (X_3), pengeluaran perkapita (X_4) dan konsumsi rumah tangga untuk makanan (X_5). Menentukan *bandwidth* dengan metode CV akan menghasilkan bentuk ekspektasi dari nilai CV untuk model MGWR. Implementasi model MGWR pada data indeks pembangunan manusia di Jawa Timur menghasilkan CV minimum sebesar 0,654 dengan *bandwidth* optimum 827,555. Dari hasil analisis diketahui bahwa terdapat dua kelompok pembagian wilayah berdasarkan kesamaan variabel prediktor yang signifikan.

ABSTRACT

Jannah, Futichatul. 2019. **Using Cross Validation Method to determine Optimum Bandwidth of Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR) Model.** Thesis. Departement of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang. Advisors: (1) Dr. Sri Harini, M.Si, (2) M. Nafie Jauhari, M.Si.

Key word: Cross Validation, Optimum Bandwidth, MGWR

Bandwidth is a circle radius that has a point and affects the formation of the i -th location observation of model parameter. The selection of optimum bandwidth can be done by several methods that can affect to weighting function. The weighting function will form a weighting matrix at each observation location in the geographically based model, so that it can be used to obtain the combined parameter estimation from the GWR and global linear regression, namely Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR). The purpose of this study is to determine the bandwidth results using the Cross Validation (CV) method of MGWR model and applicate to the human development index data in East Java 2017. The variables used are life expectancy (X_1), poor population (X_2), long school expectations (X_3), per capita expenditure (X_4), and household consumption for food (X_5). Determining bandwidth by the CV method will produce an expected form of CV value for the MGWR model. Implementation of the MGWR model on human development index data in East Java resulted in a minimum CV of 0,654 with an optimum bandwidth is 827,555. From the analysis it is known that there are two groups of regional divisions based on similarity of significant predictor variables.

ملخص

الجنة، فتحت. 2019. استخدام طريقة **Cross Validation** لتحديدي النطاق الترددي الأمثل في نماذج **Mixed Geographically Weighted Regression (MGWR)**. البحث جامعي. شعبت الرياضيات، كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة مولانا مالك ابراهيم الحكومية الإسلامية - مالانج. مستشار: (I) د. سري هاريني، ماجستير (II) محمد نافع جوهاري ، ماجستير.

الكلمات الرئيسية: طريقة *Cross Validation*، النطاق الترددي الأمثل، نموذج *MGWR*.

عرض النطاق الترددي هو دائرة نصف قطرها التي لها نقطة فيها وتؤثر على تكوين معالم نموذج موقع المراقبة i . يمكن استخدام اختيار النطاق الترددي الأمثل من خلال عدة طرق يمكن أن تؤثر على دالة الترجيح. ستشكل وظيفة الترجيح مصفوفة ترجيح في كل موقع مراقبة في النموذج الجغرافي، بحيث يمكن استخدامها للحصول على تقديرات المعلمة المدجة من *GWR* والانحدار الخطي العالمي (*MGWR*). الغرض من هذه الدراسة هو تحديد نتائج عرض النطاق الترددي باستخدام طريقة *Cross Validation (CV)* لنموذج *MGWR* وتطبيقها على بيانات مؤشر التنمية البشرية في جاوة الشرقية في عام 2017. المتغيرات المستخدمة هي متوسط والعمر المتوقع (X_1)، الفقراء (X_2)، وتوقعات المدرسة القديمة (X_3)، ونصيب الفرد من الإنفاق (X_4) والاستهلاك المنزلي الغذاء (X_5). سيؤدي تحديد عرض النطاق الترددي بواسطة طريقة *CV* إلى إنتاج شكل متوقع لقيمة السيرة الذاتية لطراز *MGWR*. نتج عن تنفيذ نموذج *MGWR* على بيانات مؤشر التنمية البشرية في جاوة الشرقية حد أدنى من السيرة الذاتية بلغ 0,654 مع عرض نطاق ترددي مثالي قدره 827,555. من التحليل، من المعروف أن هناك مجموعتين من الأقسام الإقليمية تعتمد على تشابه متغيرات التنبؤ المهمة.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bandwidth merupakan suatu radius lingkaran yang mempunyai titik di dalamnya dan berpengaruh pada pembentukan parameter model lokasi observasi ke- i . Metode pemilihan *bandwidth* sangat penting untuk digunakan pada pendugaan fungsi kernel secara tepat (Maulani, 2013). Apabila nilai *bandwidth* diperoleh sangat kecil, maka akan sedikit pengamatan yang berbeda sehingga mengakibatkan varians membesar. Nilai *bandwidth* yang sangat besar mengakibatkan varians mengecil, sehingga dibutuhkan suatu cara untuk menghindari varians tak homogen akibat meningkatnya nilai pendugaan koefisien parameter dalam memilih *bandwidth* yang optimum (Hardle, 1991).

Pemilihan *bandwidth* optimum termasuk tahap yang sangat penting karena berpengaruh pada tingkat akurasi model terhadap data. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menentukan nilai *bandwidth* optimum yaitu *Cross Validation* (CV), *Akaike Information Criterion* (AIC), *Generalized Cross Validation* (GCV) dan *Bayesian Information Criterion* (BIC) (Fotheringham, 2002). Sehingga dari keempat metode tersebut akan digunakan *Cross Validation* untuk mencari nilai *bandwidth*.

Cross Validation menjadi salah satu metode yang sering digunakan untuk mencari nilai *bandwidth*. Metode ini awalnya banyak digunakan untuk memvalidasi model, memilih parameter model yang tepat, bahkan berperan juga sebagai standar prosedur untuk estimasi dan model kinerja pilihan (Stone, 1974).

Sampai saat ini, *Cross Validation* berperan juga untuk menentukan parameter pemulus atau *bandwidth* pada data spasial yang nanti akan mempengaruhi fungsi pembobot. Fungsi pembobot tersebut akan membentuk matriks pembobot di setiap lokasi observasi pada model yang berbasis geografis. Sehingga menurut Fotheringham (2002), matriks pembobot pada metode *Weighted Least Square* (WLS) dapat digunakan untuk mendapatkan estimasi parameter model berbasis geografis gabungan dari GWR dan regresi linier global yaitu *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR).

Pembobot merupakan aspek penting dalam model MGWR. Pembobot bergantung pada jarak antar titik lokasi pengamatan dan berupa matriks diagonal, dimana elemen-elemen diagonalnya merupakan sebuah fungsi pembobotan dari setiap lokasi pengamatan tersebut. Terdapat beberapa jenis pembobot yang dapat digunakan diantaranya yaitu fungsi *Gaussian Kernel*, *Bisquare Kernel*, *Tricubic Kernel*, *Adaptive Gaussian Kernel*, dan *Adaptive Bisquare Kernel* (Fotheringham, 2002). Matriks pembobot dalam model ini akan menaksir parameter yang beragam di setiap titik lokasi observasi dan berbasis pada kedekatan titik lokasi pengamatan ke-*i* dengan titik lokasi pengamatan lainnya (Wheeler dan Antonio, 2010). Sehingga akan ditinjau lebih lanjut tentang pengamatan mengenai angka Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Jawa Timur pada model MGWR.

Indeks Pembangunan Manusia (IPM) merupakan suatu indikator penting yang menjadi tolak ukur dalam mengembangkan kualitas hidup manusia. IPM merupakan suatu akses bagi manusia untuk mendapatkan hasil pembangunan yang bersumber dari pendidikan, kesehatan, pendapatan dan sebagainya (BPS, 2018). IPM di Indonesia saat ini telah mengalami peningkatan setiap tahunnya.

Terbukti pada tahun 2017 IPM di Indonesia mencapai 70,81, naik sebesar 0,9 persen dibandingkan pada tahun 2016. Adapun angka harapan hidup pada bayi yang lahir tahun 2017 sebesar 71,06 tahun, lebih lama 0,16 tahun dari mereka yang lahir pada tahun sebelumnya. Adapun anak-anak yang berusia tujuh tahun pada tahun 2017 mempunyai kesempatan untuk menempuh pendidikan selama 12,85 tahun (Diploma 1), lebih lama 0,13 tahun dari tahun sebelumnya (BPS,2018).

Provinsi Jawa Timur juga termasuk wilayah yang terus berupaya meningkatkan kualitas pembangunan manusia. Hal ini terlihat dari semakin meningkatnya angka IPM dari tahun ke tahun. Badan Pusat Statistik memaparkan bahwa pembangunan manusia di wilayah Jawa Timur terus mengalami kenaikan. IPM pada tahun 2016 diperoleh angka sebesar 69,74 kemudian disusul pada tahun 2017 naik sebesar 70,27. Hal tersebut menunjukkan bahwa IPM di Jawa Timur mengalami peningkatan sebesar 0,76 (BPS, 2018). Meskipun demikian, tetap dilakukan upaya untuk mengembangkan pembangunan manusia agar tercipta generasi yang berkualitas dan negara yang makmur dan sejahtera.

Dalam Al-Qur'an dijelaskan pada surat As-Saba' ayat 15 yang artinya:

"...Makanlah olehmu dari rezeki yang (dianugerahkan) Tuhanmu dan bersyukurlah kepada-Nya. Negerimu adalah negeri yang baik dan Tuhanmu adalah Tuhan Yang Maha pengampun".

Ayat tersebut dijelaskan dalam tafsir jalalain bahwa negeri Saba' merupakan negeri yang dikaruniai Allah dengan berbagai kekuasaan dan kenikmatan. Merupakan negeri yang baik, tidak ada tanah yang tandus, tidak ada lalat maupun nyamuk dan hewan lainnya. Maka dari itu terlihat jelas bahwa konsep negeri yang diidamkan adalah negeri yang *"baldatun thoyyibatun wa robbun ghofur"*, negeri

yang makmur dan sentosa serta terdapat manusia yang selalu mohon ampun kepada Tuhannya (Al-Mahalli, 2007).

Adapun beberapa faktor yang menunjang keberhasilan pembangunan manusia diantaranya yaitu adanya indeks kesehatan, indeks pendidikan maupun indeks perekonomian. Beberapa hal tersebut berperan penting dalam terwujudnya negara yang makmur dengan manusia yang berkualitas (BPS, 2018). Sehingga faktor-faktor tersebut akan dianalisis seberapa besar pengaruhnya terhadap IPM di wilayah Jawa Timur menggunakan model regresi yang berbasis geografis atau model MGWR serta ditentukan *bandwidth* menggunakan metode *cross validation*.

Penelitian ini merujuk pada penelitian-penelitian sebelumnya yang mempunyai metode atau kasus serupa, diantaranya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Fariyah (2017) tentang penentuan hasil *bandwidth* optimum model GTWR dengan metode *cross validation* menghasilkan model GTWR dapat digunakan untuk memodelkan kasus kemiskinan di Provinsi Jawa Timur. Yasin dkk (2018) tentang pemodelan pertumbuhan ekonomi di provinsi Banten menggunakan *Mixed Geographically Weighted Regression* menghasilkan pemodelan MGWR lebih baik dibandingkan model regresi linier dan GWR dengan nilai AIC terendah. Dan penelitian oleh Putri (2018) tentang pemodelan indeks pembangunan manusia di Indonesia tahun 2016 menggunakan *Geographically Weighted Regression* menghasilkan model GWR dan regresi global memiliki nilai AIC berbeda, dimana diperoleh AIC untuk regresi global lebih baik untuk dimodelkan pada kasus pembangunan manusia di Indonesia 2016.

Berdasarkan pemaparan di atas, maka penulis akan meneliti lebih lanjut tentang penggunaan metode *cross validation* untuk menentukan *bandwidth* optimum pada model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang dari penelitian ini, maka rumusan masalah yang dapat diambil yaitu:

1. Bagaimana hasil *bandwidth* optimum menggunakan metode *cross validation* pada model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR)?
2. Bagaimana implementasi Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Jawa Timur pada model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR)?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian yang ingin dicapai yaitu:

1. Mendapatkan hasil *bandwidth* optimum menggunakan metode *cross validation* pada model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR).
2. Mengetahui implementasi data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Jawa Timur pada model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah:

1. Dengan mendapatkan *bandwidth* optimum menggunakan metode *cross validation* pada model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) akan didapatkan bentuk *cross validation* untuk model MGWR.
2. Dengan mengimplementasi data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Jawa Timur pada model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR), maka akan didapatkan besar *bandwidth* dengan metode *cross validation* serta diperoleh dua kelompok wilayah yang signifikan untuk model MGWR.

1.5 Batasan Masalah

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

1. Fungsi pembobot yang digunakan adalah pembobot *Kernel Gaussian*.
2. Metode yang digunakan untuk estimasi parameter yaitu metode *Weighted Least Square* (WLS).
3. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yaitu data indeks pembangunan manusia di Provinsi Jawa Timur tahun 2017.
4. Variabel penelitian yang digunakan adalah IPM di Jawa Timur yang meliputi angka harapan hidup (AHH), persentase penduduk miskin, harapan lama sekolah, pengeluaran per kapita dan konsumsi rumah tangga untuk makanan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan untuk mempermudah memahami penelitian ini yaitu terdiri dari lima bab yang digambarkan sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Bab ini memaparkan latar belakang masalah penelitian, rumusan masalah yang diambil, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

Bab II Kajian Pustaka

Menjelaskan beberapa pengertian dan teori-teori yang membahas tentang data spasial, heterogenitas spasial, model *Geographically Weighted Regression* (GWR), matriks pembobot, pemilihan *bandwidth* optimum, metode *cross validation*, model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR).

Bab III Metode Penelitian

Membahas pendekatan penelitian, analisis data, sumber data, variabel penelitian serta tahapan penelitian.

Bab IV Pembahasan

Memaparkan pembahasan mencakup pengaruh metode *cross validation* dalam menentukan *bandwidth* optimum pada model MGWR, model MGWR pada data IPM di Provinsi Jawa Timur tahun 2017, dan kajian integrasi islam.

Bab V Penutup

Penutup pada penelitian ini berisi kesimpulan dan saran dari pembahasan keseluruhan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Data Spasial

Data spasial merupakan data yang dikelompokkan berdasarkan lokasi yang berbeda serta mempunyai sifat ketergantungan antara lokasi dengan pengukuran data. Data ini memiliki hubungan secara spasial sehingga dianalisis secara spasial, juga berasumsi distribusi normal. Peran data spasial ini menjadi berkembang seiring perkembangan teknologi dan pemanfaatannya pada SIG (Sistem Informasi Geografis) sehingga mampu menjadi media penting dalam pengalokasian kebijakan perencanaan pembangunan serta pengelolaan sumber daya alam (Creese, 1991).

Data spasial mempunyai dua bagian terpenting yang membedakan data yang lain yaitu informasi deskriptif dan informasi lokasi, dimana informasi deskriptif pada data spasial ini merupakan suatu informasi yang berhubungan dengan suatu lokasi (geografis), seperti tingkat pengangguran, tingkat kemiskinan, populasi, kode pos, luasan, dan sebagainya (Fotheringham, dkk, 2002).

2.2 Heterogenitas Spasial

Adanya keragaman spasial diakibatkan oleh perbedaan karakteristik data antar lokasi pengamatan. Anselin (1995) menyatakan bahwa identifikasi ada tidaknya keragaman spasial menggunakan *Breusch-Pagan*.

Uji *Breusch-Pagan* dilakukan dengan hipotesis berikut ini:

H_1 : Minimal terdapat satu $\sigma^2(u_i, v_i) \neq \sigma^2(u_j, v_j)$ untuk k i dengan $i, j = 1, 2, \dots, n$

Statistik uji:

$$BP = \left(\frac{1}{2}\right) \mathbf{f}' \mathbf{Z} (\mathbf{Z}' \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}' \mathbf{f} \quad (2.1)$$

dimana: $f_i = \left(\frac{\varepsilon_i^2}{\sigma^2} - 1\right)$

Kriteria uji: $BP \begin{cases} \leq \chi^2_{\left(\frac{\alpha}{2}, p\right)}, & \text{terima } H_0 \\ > \chi^2_{\left(\frac{\alpha}{2}, p\right)}, & \text{tolak } H_0 \end{cases}$

Dimana:

\mathbf{Z} : matriks berukuran $n \times (p + 1)$ yang berisi vektor yang sudah dibakukan untuk setiap pengamatan

\mathbf{f} : $(f_1, f_2, \dots, f_n)'$

ε_i^2 : kuadrat galat untuk pengamatan ke- i ; $i = 1, 2, 3, \dots, n$

σ^2 : ragam galat

Nilai BP mendekati sebaran khi-kuadrat dengan derajat bebas p dimana p merupakan banyaknya variabel prediktor. Tolak H_0 berarti terdapat heterogenitas spasial pada data. Heterogenitas spasial terjadi apabila didapatkan perbedaan pengaruh variabel prediktor terhadap variabel respon antar satu lokasi dengan lokasi lainnya.

2.3 Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik digunakan untuk mengetahui seberapa kuat persamaan regresi yang akan digunakan dalam proses analisis, sehingga perlu dilakukan pengujian tambahan uji asumsi dasar *Weighted Least Square* (WLS).

2.3.1 Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan pengujian yang bertujuan untuk menguji apakah variabel bebas dan terikat pada model regresi berdistribusi normal (Adiningsih, 2009). Gujarati (1991) memaparkan bahwa galat ε_1 pada model regresi linier klasik diasumsikan sebagai peubah acak yang berdistribusi normal dengan nilai tengah 0 dan ragam σ^2 . Uji kenormalan galat dapat dilakukan secara statistik maupun grafis. Secara umum, pengujian kenormalan galat menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dan hipotesis (Daniel, 1989):

H_0 : galat menyebar normal

H_1 : galat tidak menyebar normal

Uji Kolmogorov-Smirnov didasarkan pada nilai D , yaitu (Siegel, 1986):

$$D = \max |F_0(X) - S(x)|, i = 1, 2, \dots, n, \quad (2.2)$$

dimana:

$F_0(X)$: fungsi peluang kumulatif, $P(Z \leq Z_{(i)})$,

$S(x)$: nilai frekuensi kumulatif dibagi jumlah frekuensi,

i : 1, 2, ..., n ; n = banyaknya pengamatan.

Kemudian nilai D dibandingkan dengan nilai D kritis pada tabel nyata α tertentu untuk pengambilan keputusan (tabel Kolmogorov Smirnov). Apabila $D > D_{tabel}$ (tolak H_0) maka tidak memenuhi asumsi kenormalan.

2.3.2 Uji Multikolinearitas

Pratisto (2005) memaparkan bahwa multikolinearitas merupakan suatu keadaan dimana variabel bebas (*independent*) pada model regresi memiliki

korelasi atau hubungan yang erat antar satu sama lain. Menurut Efferin (2008) masalah ada atau tidaknya multikolinearitas dapat diketahui dengan menggunakan nilai VIF (*Variance Inflation Factory*) yang diperoleh dari perhitungan nilai *tolerance*. Sugiyono (2007) memaparkan bahwa mencari nilai *tolerance* dapat dicari melalui nilai koefisien korelasi (r) dengan rumus sebagai berikut:

$$r_{x_1x_2} = \frac{n \sum_{i=1}^n x_{1i}x_{2i} - (\sum_{i=1}^n x_{1i})(\sum_{i=1}^n x_{2i})}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 - (\sum_{i=1}^n x_{1i})^2)(n \sum_{i=1}^n x_{2i}^2 - (\sum_{i=1}^n x_{2i})^2)}} \quad (2.3)$$

dimana:

$r_{x_1x_2}$: korelasi antara x_1 dan x_2 ,

x_1 : nilai x_1 pada observasi ke- i ,

x_2 : nilai x_2 pada observasi ke- i ,

N : banyak pengamatan.

Adapun untuk mencari nilai dari VIF yaitu dapat dilakukan dengan rumus (Efferin, 2008):

$$VIF = \frac{1}{Tolerance'} \quad (2.4)$$

apabila didapatkan nilai VIF kurang dari 10, maka dapat disimpulkan bahwa tidak terjadi multikolinearitas.

2.3.3 Uji Heteroskedastisitas

Uji heteroskedastisitas merupakan uji yang menunjukkan apakah variansi residual memiliki kesamaan dari satu pengamatan ke pengamatan lainnya. Masalah heteroskedasitas terjadi apabila residual tidak memiliki varian yang konstan. Heteroskedastisitas dapat mengakibatkan kebiasaan pada galat baku dan menyebabkan hasil dari uji statistik kurang tepat (Pratisto, 2005). Adapun cara

untuk mendeteksi apakah terjadi heteroskedastisitas yaitu dengan melihat grafik atau gambar, dan cara lain yaitu dengan melakukan beberapa pengujian.

2.4 Model *Geographically Weighted Regression* (GWR)

Model GWR merupakan suatu model yang dirintis dari regresi global yang bersumber pada regresi non-parametrik serta memiliki variabel prediktor (faktor geografis) yang akan mempengaruhi variabel respon. Dalam model GWR juga memiliki nilai parameter regresi yang bervariasi (berbeda-beda) pada setiap lokasi observasi (Mei, 2005). Dapat dikatakan bahwa model GWR ini dapat membentuk estimator parameter model yang memiliki sifat lokal pada setiap titik lokasi. Fotheringham, dkk (2002) menyatakan bahwa model GWR berasal dari metode pendekatan titik yakni pendekatan berdasarkan koordinat *longitude* (garis bujur) dan *latitude* (garis lintang). Brunson dkk (2002) memaparkan bahwa model GWR adalah sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \varepsilon_i ; i = 1, 2, \dots, n \quad (2.5)$$

dimana:

y_i : nilai observasi variabel respon pada lokasi ke- i ,

$\beta_0(u_i, v_i)$: nilai intersep model regresi,

$\beta_k(u_i, v_i)$: nilai parameter regresi untuk setiap lokasi ke- i ,

x_{ik} : nilai observasi variabel pada lokasi ke- i ,

(u_i, v_i) : titik koordinat (lintang, bujur) pada lokasi ke- i ,

ε_i : *error* ke- i .

2.5 Model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR)

Model *Mixed Geographically Weighted Regression* merupakan kombinasi dari model GWR dan regresi linier global, dimana GWR akan menghasilkan model yang spesifik pada setiap lokasi observasi (bersifat lokal) sedangkan dari regresi linier global akan menghasilkan model yang bersifat menyeluruh. Fotheringham dkk (2002) memaparkan bahwa pada model MGWR ini beberapa koefisien dalam model GWR diasumsikan sama untuk seluruh lokasi pengamatan sedangkan yang lain bervariasi sesuai lokasi pengamatan. Model MGWR dengan sebanyak q variabel prediktor bersifat lokal dan p variabel prediktor bersifat global dapat dituliskan sebagai berikut:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^q \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} + \sum_{k=q+1}^p \beta_k x_{ik} + \varepsilon_i, i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.6)$$

dengan:

- y_i : nilai observasi variabel ke- i ,
- (u_i, v_i) : titik koordinat (*longitude, latitude*) pada lokasi ke- i ,
- x_{ik} : nilai observasi variabel bebas pada pengamatan ke- i ,
- $\beta_k(u_i, v_i)$: koefisien regresi; $k = 0, 1, \dots, p$,
- ε_i : *error* ke- i .

2.5.1 Estimasi Parameter model *Mixed Geographically Weighted Regression*

Merujuk pada persamaan (2.6), maka dapat ditulis sebagai berikut:

$$\varepsilon_i = y_i - \beta_0(u_i, v_i) - \sum_{k=1}^q \beta_k(u_i, v_i)x_{ik} - \sum_{k=q+1}^p \beta_k x_{ik}, i = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (2.7)$$

Estimasi parameter model MGWR menggunakan metode WLS, yaitu dengan memberikan unsur pembobot yang berbeda di setiap lokasi pengamatan yaitu

$w_i(u_i, v_i)$. Dengan fungsi pembobot *gaussian kernel*, secara matematis dapat ditulis:

$$w_i(u_i, v_i) = \exp\left(-\frac{d_{ij}^2}{h_i^2}\right), h_i \neq 0. \quad (2.8)$$

Sehingga persamaan (2.8) dapat ditulis sebagai berikut:

$$\varepsilon_i = y_i - \beta_0 - \sum_{k=1}^q \beta_k x_{ik} - \sum_{k=q+1}^p \beta_k x_{ik}, \quad (2.9)$$

untuk $i = 1, 2, 3, \dots, n$ persamaan (2.9) dapat dijabarkan menjadi

$$\begin{aligned} \varepsilon_1 &= y_1 - \beta_0 - \beta_1 x_{11} - \beta_2 x_{12} - \dots - \beta_q x_{1q} - \beta_{q+1} x_{1(q+1)} - \beta_{q+2} x_{1(q+2)} \\ &\quad - \dots - \beta_p x_{1p} \\ \varepsilon_2 &= y_2 - \beta_0 - \beta_1 x_{21} - \beta_2 x_{22} - \dots - \beta_q x_{2q} - \beta_{q+1} x_{2(q+1)} - \beta_{q+2} x_{2(q+2)} \\ &\quad - \dots - \beta_p x_{2p} \\ &\vdots \\ \varepsilon_n &= y_n - \beta_0 - \beta_1 x_{n1} - \beta_2 x_{n2} - \dots - \beta_q x_{nq} - \beta_{q+1} x_{n(q+1)} - \beta_{q+2} x_{n(q+2)} \\ &\quad - \dots - \beta_p x_{np} \end{aligned} \quad (2.10)$$

Dalam bentuk matriks menjadi

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1q} \\ 1 & x_{21} & \dots & x_{2q} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{nq} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0(u_i, v_i) \\ \beta_1(u_i, v_i) \\ \vdots \\ \beta_q(u_i, v_i) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_{1,(q+1)} & x_{1,(q+2)} & \dots & x_{1p} \\ x_{2,(q+1)} & x_{2,(q+2)} & \dots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n,(q+1)} & x_{n,(q+2)} & \dots & x_{np} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_{q+1} \\ \beta_{q+2} \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1q} \\ 1 & x_{21} & \dots & x_{2q} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{nq} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0(u_i, v_i) \\ \beta_1(u_i, v_i) \\ \vdots \\ \beta_q(u_i, v_i) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_{1,(q+1)} & x_{1,(q+2)} & \dots & x_{1p} \\ x_{2,(q+1)} & x_{2,(q+2)} & \dots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n,(q+1)} & x_{n,(q+2)} & \dots & x_{np} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_{q+1} \\ \beta_{q+2} \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix} \end{aligned}$$

Dengan memisalkan

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \mathbf{X}_c = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1p} \\ 1 & x_{21} & \dots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{np} \end{bmatrix}, \boldsymbol{\beta}_c(u_i, v_i) = \begin{bmatrix} \beta_0(u_i, v_i) \\ \beta_1(u_i, v_i) \\ \vdots \\ \beta_q(u_i, v_i) \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{X}_v = \begin{bmatrix} x_{1,(q+1)} & x_{1,(q+2)} & \cdots & x_{1p} \\ x_{2,(q+1)} & x_{2,(q+2)} & \cdots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n,(q+1)} & x_{n,(q+2)} & \cdots & x_{np} \end{bmatrix}, \mathbf{\beta}_v = \begin{bmatrix} \beta_{q+1} \\ \beta_{q+2} \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix}, \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_3 \end{bmatrix},$$

diperoleh persamaan

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}_c \boldsymbol{\beta}_c + \mathbf{X}_v \boldsymbol{\beta}_v(u_i, v_i) + \boldsymbol{\varepsilon}, \quad (2.11)$$

dengan

\mathbf{X}_c : matriks variabel prediktor yang bersifat global,

$\boldsymbol{\beta}_c$: vektor parameter variabel prediktor yang bersifat global,

\mathbf{X}_v : matriks variabel prediktor yang bersifat lokal,

$\boldsymbol{\beta}_v(u_i, v_i)$: vektor parameter variabel prediktor yang bersifat lokal,

sehingga dari persamaan (2.11) dapat ditulis dalam bentuk model GWR sebagai berikut:

$$\tilde{\mathbf{y}} = \mathbf{Y} - \mathbf{X}_c \boldsymbol{\beta}_c = \mathbf{X}_v \boldsymbol{\beta}_v(u_i, v_i) + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.12)$$

Kemudian meminimumkan vektor $\boldsymbol{\varepsilon}$ dapat menggunakan estimator kuadrat terkecil atau *Sum Square Residual* (SSR) dengan menambahkan unsur pembobot W_i sehingga diperoleh sebagai berikut (Dewi, 2012):

$$\begin{aligned} SSR &= \boldsymbol{\varepsilon}^T W \boldsymbol{\varepsilon} \\ &= [\tilde{\mathbf{y}} - \mathbf{X}_v \boldsymbol{\beta}_v(u_i, v_i)]^T W(u_i, v_i) [\tilde{\mathbf{y}} - \mathbf{X}_v \boldsymbol{\beta}_v(u_i, v_i)] \\ &= [\tilde{\mathbf{y}}^T - \mathbf{X}_v^T \boldsymbol{\beta}_v^T(u_i, v_i)] [\tilde{\mathbf{y}} W(u_i, v_i) - W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v \boldsymbol{\beta}_v(u_i, v_i)] \\ &= \tilde{\mathbf{y}}^T W(u_i, v_i) \tilde{\mathbf{y}} - \tilde{\mathbf{y}}^T W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v \boldsymbol{\beta}_v(u_i, v_i) \\ &\quad - \tilde{\mathbf{y}} W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v^T \boldsymbol{\beta}_v^T(u_i, v_i) + W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v \boldsymbol{\beta}_v(u_i, v_i) \mathbf{X}_v^T \boldsymbol{\beta}_v^T(u_i, v_i) \\ &= \tilde{\mathbf{y}}^T W(u_i, v_i) \tilde{\mathbf{y}} - 2 \mathbf{X}_v^T \boldsymbol{\beta}_v^T(u_i, v_i) W(u_i, v_i) \tilde{\mathbf{y}} \\ &\quad + \mathbf{X}_v^T \boldsymbol{\beta}_v^T(u_i, v_i) W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v \boldsymbol{\beta}_v(u_i, v_i) \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan estimasi parameter β yang efisien maka perlu menurunkan fungsi SSR terhadap β^T dan menyamadengankan nol sebagai berikut:

$$\frac{\partial}{\partial \beta} (SSR) = \frac{\partial \tilde{\mathbf{y}}^T W(u_i, v_i) \tilde{\mathbf{y}}}{\partial \beta} - \frac{2 \partial \mathbf{X}_v^T \beta_v^T(u_i, v_i) W(u_i, v_i) \tilde{\mathbf{y}}}{\partial \beta} + \frac{\mathbf{X}_v^T \beta_v^T(u_i, v_i) W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v \beta_v(u_i, v_i)}{\partial \beta} = 0$$

$$-2 \mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) \tilde{\mathbf{y}} + \mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v \beta_v(u_i, v_i) = 0$$

$$[\mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v]^{-1} \mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v \beta_v(u_i, v_i) = [\mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v]^{-1} \mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) \tilde{\mathbf{y}}$$

$$\hat{\beta}_v(u_i, v_i) = [\mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v]^{-1} \mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) \tilde{\mathbf{y}}$$

Estimator $\hat{\beta}_v(u_i, v_i)$ adalah *unbias* yaitu

$$\begin{aligned} E(\hat{\beta}_v(u_i, v_i)) &= E[(\mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v)^{-1} \mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) \tilde{\mathbf{y}}] \\ &= E[(\mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v)^{-1}] E[\mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) \tilde{\mathbf{y}}] \\ &= E[(\mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v)^{-1}] E[\mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) (\mathbf{Y} - \mathbf{X}_c \beta_c)] \\ &= E[(\mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v)^{-1} \mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v \beta_v(u_i, v_i) + \mathbf{X}_c \beta_c - \mathbf{X}_c \beta_c] \\ &= E[(\mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v)^{-1} (\mathbf{X}_v^T W(u_i, v_i) \mathbf{X}_v) \beta_v(u_i, v_i)] \\ &= E[I \beta_v(u_i, v_i)] \\ &= I \beta_v(u_i, v_i) \\ &= \beta_v(u_i, v_i) \end{aligned}$$

2.5.2 Pengujian Hipotesis Model MGWR

Mei (2005) menyatakan penggabungan model GWR dan model MGWR diperoleh setelah adanya pengujian variabilitas spasial yang digunakan untuk menentukan koefisien global maupun lokal. Pengujian ini dilakukan dengan statistik uji F sebagai berikut:

$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k$ untuk setiap $i = 1, 2, \dots, n$ dan $k =$ indeks yang diasumsikan global

$H_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k$ untuk $k =$ indeks yang diasumsikan global

Penentuan statistik uji diperoleh sebagai berikut:

$$F = \frac{(JKR_{MGWR} - JKR_{GWR})/df_1}{JKR_{GWR}/df_2} = \left[\frac{(Y^T R_2 Y - Y^T R_1 Y)}{df_1} \right] \left[\frac{(Y^T R_1 Y)}{df_2} \right]^{-1}, \quad (2.13)$$

dimana:

JKR_{MGWR} : JKR model dengan koefisien ke- k global dan koefisien lain bervariasi spasial,

JKR_{GWR} : JKR model GWR awal,

R_1 : $((1 - S_1)^T (1 - S_1))$,

R_2 : $((1 - S_2)^T (1 - S_2))$.

Derajat bebas $df_1 = tr[(1 - S_2) - (1 - S_1)]$ dan $df_2 = tr[(1 - S_1)]$. Ketika diambil taraf signifikan α maka H_0 ditolak apabila $F \geq F_{\alpha, df_1, df_2}$.

1. Uji kesesuaian model MGWR

Uji kesesuaian model regresi global dan MGWR dengan hipotesis sebagai berikut (Kartika, 2015):

$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k$ untuk setiap $i = 1, 2, \dots, n$ dan $k = 0, 1, 2, \dots, q$

H_1 : Minimal ada satu $\beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k$ untuk $k = 0, 1, 2, \dots, p$ dan $i = 1, 2, \dots, n$

Statistik uji:

$$F(1) = \frac{y^T [(I - H) - ((I - S)^T (I - S))] y / v_1}{y^T (I - S)^T (I - S) y / u_1}, \quad (2.14)$$

dimana $df_1 = \left[\frac{v_1^2}{v_2^2} \right]$ dan $df_2 = \left[\frac{u_1^2}{u_2^2} \right]$, ketika diambil taraf signifikan α maka H_0

ditolak apabila $F(1) \geq F_{\alpha, df_1, df_2}$.

$$v_i = \text{tr}([(I - H)^T - (I - S)^T(I - S)]), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$u_i = \text{tr}([(I - S)^T(I - S)^i]), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$H = X(X^T X)^{-1} X^T$$

2. Uji Serentak Parameter Global

Uji hipotesis serentak ditujukan untuk mengetahui signifikansi variabel-variabel prediktor model MGWR secara serentak pada parameter variabel prediktor global $x_k (q + 1 \leq k < p)$. Adapun bentuk hipotesisnya adalah (Kartika, 2015):

$$H_0 : \beta_{q+1} = \beta_{q+2} = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_{q+1} \neq \beta_{q+2}$$

Statistik uji:

$$F(2) = \frac{y^T [(I - S_I)^T(I - S_I) - (I - S)^T(I - S)]}{y^T (I - S)^T(I - S)y / u_1} \quad (2.15)$$

dimana $df_1 = \left[\frac{r_1^2}{r_2^2} \right]$ dan $df_2 = \left[\frac{u_1^2}{u_2^2} \right]$, ketika diambil taraf signifikan α maka H_0

ditolak apabila $F(2) \geq F_{\alpha, df_1, df_2}$.

$$r_i = \text{tr}([(I - S_I)^T(I - S_I) - (I - S)^T(I - S)]^i), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$u_i = \text{tr}([(I - S)^T(I - S)]^i), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

3. Uji Serentak Parameter Lokal $x_k (1 \leq k < q)$

Bentuk hipotesisnya adalah sebagai berikut (Kartika, 2015):

$$H_0 : \beta_1(u_i, v_i) = \beta_2(u_i, v_i) = \dots \beta_q(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_k(u_i, v_i) \neq 0$$

Statistik uji:

$$F(3) = \frac{y^T \left[(I - S_g)^T (I - S_g) - (I - S)^T (I - S) \right] y / t_1}{y^T (I - S)^T (I - S) y / u_1}, \quad (2.16)$$

dimana $df_1 = \left[\frac{r_1^2}{r_2^2} \right]$ dan $df_2 = \left[\frac{u_1^2}{u_2^2} \right]$, dengan taraf signifikan α maka H_0 ditolak

apabila $F(3) \geq F_{\alpha, df_1, df_2}$.

$$r_i = \text{tr} \left(\left[(I - S_g)^T (I - S_g) - (I - S)^T (I - S) \right]^i \right), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$u_i = \text{tr} \left((I - S)^T (I - S)^i \right), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

4. Uji Parsial Parameter Global $x_k (q + 1 \leq k \leq p)$

Bentuk hipotesisnya adalah sebagai berikut (Kartika, 2015):

$$H_0 : \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0$$

Statistik uji:

$$T_g = \frac{\hat{\beta}_k}{\hat{\sigma} \sqrt{g_{kk}}}, \quad (2.17)$$

g_{kk} : adalah elemen diagonal yang sesuai dari matriks GG^T

$$G = [X_g^T (I - S_l)^T (I - S_l) X_g]^{-1} X_g^T (I - S_l)^T (I - S_l), \quad (2.18)$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{y^T(\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)^T(\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)y}{\text{tr}[(\mathbf{I} - \mathbf{S})^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})]} \quad (2.19)$$

Tolak H_0 apabila $T_g \geq t_{\frac{\alpha}{2}, df}$ dengan $df = \left[\frac{u_1^2}{u_2^2} \right]$

$$u_i = \text{tr}[(\mathbf{I} - \mathbf{S})^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})^i], \quad i = 1, 2, \dots, n$$

5. Uji Parsial Parameter Lokal

Uji hipotesis selanjutnya ditujukan untuk mengetahui variabel lokal yang berpengaruh signifikan terhadap respon pada model MGWR. Untuk menguji signifikansi suatu variabel lokal $x_k (1 \leq k \leq q)$ digunakan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq 0$$

Statistik uji:

$$T_l = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{\hat{\sigma} \sqrt{m_{kk}}} \quad (2.20)$$

m_{kk} : adalah elemen diagonal ke-k dari matriks $\mathbf{M}\mathbf{M}^T$

$$\mathbf{M} = [\mathbf{X}_l^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}_l]^{-1} \mathbf{X}_l^T \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X}_l (\mathbf{I} - \mathbf{X}_g \mathbf{G}). \quad (2.21)$$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{y^T(\mathbf{I} - \mathbf{S}_l)^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})y}{\text{tr}[(\mathbf{I} - \mathbf{S})^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})]} \quad (2.22)$$

Tolak H_0 jika $T_l \geq t_{\frac{\alpha}{2}, df}$ dengan $df = \left[\frac{u_1^2}{u_2^2} \right]$

$$u_i = \text{tr}[(\mathbf{I} - \mathbf{S})^T(\mathbf{I} - \mathbf{S})^i], \quad i = 1, 2, \dots, n$$

2.5.3 Kriteria Kebaikan Model

Gujarati (2010) mengatakan bahwa dalam menentukan model terbaik, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan, yaitu:

a. Koefisien Determinasi (R^2)

Nilai koefisien determinasi pada variabel respon menunjukkan proporsi atau persentase variasi total yang dijelaskan oleh variabel prediktor. Koefisien ini berguna dalam memodelkan regresi yang berisi lebih dari dua variabel. Perhitungan koefisien determinasi dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$R^2 = 1 - \frac{SSE}{SST} \quad (2.23)$$

b. *Mean Square Error* (MSE)

Mean Square Error (MSE) merupakan suatu metode yang digunakan dalam menentukan model terbaik dengan mengkuadratkan masing-masing *error*, kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah observasi. Pemilihan model terbaik dapat diperoleh dengan nilai R^2 terbesar dan nilai MSE terkecil.

2.6 Matriks Pembobot

Leung, dkk (2000) menyatakan bahwa fungsi pembobot digunakan untuk menghasilkan penaksiran parameter yang berbeda pada setiap lokasi. Dalam analisis spasial, titik-titik yang jaraknya dekat dengan (u_i, v_i) akan lebih berpengaruh terhadap penaksiran parameter pada suatu titik (u_i, v_i) dibandingkan titik-titik yang jaraknya jauh.

Fotheringham, dkk (2002) memaparkan bahwa terdapat beberapa jenis fungsi pembobot yang dapat digunakan yaitu sebagai berikut:

a. Fungsi *Gaussian Kernel*

$$w_i(u_i - v_i) = \exp \left[- \left(\frac{d_{ij}^2}{h} \right) \right]$$

b. Fungsi *Bisquare Kernel*

$$w_i(u_i - v_i) = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{d_{ij}^2}{h} \right)^2 \right]^2, & \text{jika } d_{ij} \leq h \\ 0, & \text{jika } d_{ij} > h \end{cases}$$

c. Fungsi *Tricube Kernel*

$$w_i(u_i - v_i) = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{d_{ij}^3}{h} \right)^3 \right]^3, & \text{jika } d_{ij} \leq h \\ 0, & \text{jika } d_{ij} > h \end{cases}$$

d. Fungsi *Adaptive Gaussian Kernel*

$$w_i(u_i - v_i) = \exp \left[- \left(\frac{d_{ij}^2}{h_{i(g)}} \right)^2 \right]$$

e. Fungsi *Adaptive Bisquare Kernel*

$$w_i(u_i - v_i) = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{d_{ij}^2}{h_{i(g)}} \right)^2 \right]^2, & \text{jika } d_{ij} \leq h_{i(g)} \\ 0, & \text{jika } d_{ij} > h_{i(g)} \end{cases}$$

Adapun untuk mencari bobot pada masing-masing lokasi didasarkan pada jarak *euclidean* d_{ij} dan *bandwidth* (h) yang dihasilkan pada masing-masing lokasi.

2.7 Bandwidth Optimum

Bandwidth merupakan parameter pemulus yang berfungsi untuk mengontrol kemulusan dari kurva yang diduga. Maulani (2013) menyatakan bahwa secara teoritis, *bandwidth* merupakan radius (h) suatu lingkaran sehingga pada

pembentukan parameter di titik lokasi observasi ke- i , titik lokasi observasi yang terdapat di radius lingkaran masih dianggap berpengaruh. Dengan demikian, pengamatan yang terletak di radius h masih dikatakan berpengaruh terhadap model yang terdapat di lokasi tersebut sehingga dapat diberikan bobot yang akan bergantung pada fungsi yang digunakan.

Menurut Brunson, dkk (2002) pemilihan *bandwidth* optimum merupakan hal yang sangat penting karena dapat mempengaruhi tingkat akurasi model terhadap data, yakni mengatur varians dan bias dari model. Adapun hubungan antara bias dan ragam tersebut dapat dilihat dari susunan konsep *Mean Square Error* (MSE), yang didefinisikan sebagai berikut:

$$MSE = E \left[(\hat{\theta}_s - \theta)^2 \right] \quad (2.24)$$

Hardle (1991) juga menyatakan bahwa pada metode kernel, tingkat kemulusan kurva ditentukan oleh *bandwidth* h . Semakin kecil pemilihan nilai *bandwidth* h bentuk kurva dugaan akan semakin kasar dan semakin besar nilai *bandwidth* h bentuk kurva dugaan akan semakin mulus.

Fotheringham, dkk (2002) menyatakan bahwa terdapat beberapa metode yang digunakan untuk memilih *bandwidth* optimum yaitu sebagai berikut:

1. *Cross Validation* (CV)

Metode *Cross Validation* terdapat tiga macam bentuk yaitu *Maximum Likelihood Cross Validation*, *Least Square Cross Validation* dan *Biased Cross Validation*. Ketiga bentuk ini menggunakan kriteria kesalahan sebagai acuan untuk mendapatkan fungsi *score* dengan perhitungan algoritma *direct*. Menurut Fotheringham, dkk (2002) metode CV dapat didefinisikan sebagai:

$$CV = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(h))^2$$

2. Akaike Information Criterion (AIC)

Konsep pada AIC tidak berbeda jauh dengan konsep pada CV yang berfungsi untuk membandingkan model menjadi model dengan eror seminimal mungkin. AIC pertama kali dikenalkan oleh Akaike pada tahun 1973 berisi estimator informasi Kulback-Leibler untuk pemilihan model (Hurvich dan Tsai, 1989). AIC didefinisikan sebagai berikut:

$$AIC = 2n \log_e \sigma^2 + n \log_e(2\pi) + n + tr(S)$$

3. Generalized Cross Validation (GCV)

Generalized Cross Validation (GCV) merupakan bentuk modifikasi dari *Cross Validation* yang termasuk metode klasik untuk memilih parameter pemulus atau *bandwidth*. GCV didefinisikan sebagai:

$$GCV = n \sum_{i=1}^n \frac{(y_i - \hat{y}_i(h))^2}{(n - v_1)^2},$$

dimana h merupakan parameter pemulus (Craven dan Wahba, 1979).

4. Bayesian Information Criterion (BIC)

BIC merupakan salah satu metode pemilihan model terbaik yang pertama kali diperkenalkan oleh Schwarz pada tahun 1978. Metode pemilihan model menggunakan BIC berdasarkan metode MLE dan teorema Bayesian. Dengan memilih model terbaik dapat diambil dari nilai BIC terkecil (Fathurahman, 2009). BIC dapat didefinisikan sebagai:

$$BIC = -2n \log_e(L) + k \log_e(n).$$

2.8 Cross Validation

Cross Validation merupakan metode lama yang banyak memiliki kegunaan dalam bidang kepentingan seleksi model atau pemilihan prosedur pemodelan (Hastie, 2009). Mosier (1951) menyatakan bahwa metode ini awalnya digunakan untuk mengevaluasi validitas prediktif persamaan regresi linier dalam memperkirakan kriteria suatu kinerja. Kemudian berkembang menjadi salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan parameter pemulus atau lebih dikenal dengan *bandwidth*. *Cross Validation* akan menghasilkan suatu *bandwidth* yang optimum pada suatu model termasuk *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR).

Metode ini banyak digunakan untuk memilih *bandwidth* optimum dalam penghalusan estimator densitas kernel. Pemilihan *bandwidth* optimum dilakukan dengan cara memilih *bandwidth* yang menghasilkan nilai minimal atau maksimal pada fungsi score. Bentuk *Cross validation* dan besar *bandwidth* optimum dipengaruhi oleh jenis kernel, banyaknya *bandwidth* yang akan diseleksi (m) dan *oversmoothed bandwidth*.

Fotheringham, dkk (2002) memaparkan bahwa metode untuk menentukan nilai *bandwidth optimum* dengan menggunakan metode *Cross Validation* (CV) yang secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$CV(h) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(h))^2, \quad (2.25)$$

dengan $\hat{y}_{\neq i}$ adalah nilai estimasi y_i dimana pengamatan di lokasi (u_i, v_i) dihilangkan dari proses estimasi. Untuk mendapatkan nilai h yang optimal maka diperoleh dari h yang menghasilkan nilai CV minimum (Fotheringham, dkk, 2002).

2.9 Indeks Pengangguran Manusia (IPM)

IPM merupakan indeks komposit yang diperhitungkan sebagai rata-rata sederhana dari tiga indeks dasar yakni, indeks pendidikan, indeks harapan hidup dan indeks hidup layak. UNDP memaparkan bahwa IPM menaksir pencapaian pembangunan manusia dari kualitas hidup mereka. Sebagai tolak ukur kualitas hidup, IPM dibangun atas tiga dimensi yaitu dimensi umur panjang dan sehat, dimensi pengetahuan, dan dimensi hidup layak (BPS, 2010).

IPM memiliki banyak manfaat diantaranya yakni sebagai indikator penting dalam pencapaian kualitas pembangunan manusia dan sebagai tolak ukur kemajuan suatu negara (BPS, 2017). IPM diukur berdasarkan rata-rata geometrik indeks kesehatan, indeks pendidikan maupun indeks pengeluaran atau perekonomian. Melalui IPM, kita dapat melihat perkembangan pembangunan manusia dalam kurun waktu yang panjang dengan memperhatikan aspek kecepatan dan status pencapaian. Dari segi aspek pencapaian sendiri perlu memperhatikan tiga komponen penting yaitu kehidupan sehat, pengetahuan serta hidup layak. Sehingga tiga komponen tersebut yang akan menjadi acuan bagi pemerintah untuk melihat perkembangan pembangunan manusia di wilayahnya masing-masing (BPS, 2018).

Perkembangan IPM di Indonesia termasuk dalam kategori tinggi karena mencapai peningkatan setiap tahunnya. Dimana pada tahun 2017 mengalami peningkatan sebesar 0,9% sehingga menjadi 70,81. Perkembangan pembangunan manusia juga dikarenakan adanya beberapa faktor yang mendukung, diantaranya adalah:

2.9.1 Angka harapan hidup

Angka harapan hidup merupakan rata-rata estimasi jumlah tahun yang dapat dilewati seseorang selama masa hidupnya. Perhitungan angka hidup dapat dilakukan dengan pendekatan tak langsung (*indirect estimation*) (BPS, 2014). Standar UNDP memperhitungkan angka harapan hidup dengan menggunakan nilai maksimum harapan hidup, dimana usia 85 tahun sebagai batas atas perhitungan dan usia 25 tahun sebagai batas terendah. Standar estimasi harapan hidup seseorang dapat dalam jangka panjang apabila status gizi, kesehatan maupun lingkungannya terkendali dengan baik. Karena idealisnya, angka harapan hidup akan dihitung berdasarkan angka kematian seseorang (BPS, 2014).

2.9.2 Kemiskinan

Kemiskinan merupakan keadaan dimana seseorang tidak mampu memenuhi kebutuhan pokok maupun kebutuhan sekundernya. Kemiskinan banyak terjadi di masyarakat dan banyak pula dampak yang diakibatkannya. BAPPENAS (2004) memaparkan bahwa kemiskinan merupakan keadaan dimana seseorang berada dalam situasi serba kekurangan dan tidak mampu mengatasinya dengan usaha yang dimiliki. Suryawati (2004) mengatakan bahwa kemiskinan saat ini telah meluas dalam hal pembangunan negara-negara dunia ketiga. Problematika tersebut tidak hanya berkisar tentang ketidakmampuan pendapatan, akan tetapi telah meluas sampai bentuk ketidakberdayaan sosial maupun politik.

Adapun jenis-jenis kemiskinan berdasarkan sifatnya, ada dua yaitu kemiskinan alamiah dan kemiskinan buatan. Kemiskinan alamiah merupakan kemiskinan yang terjadi karena adanya kelangkaan sumber daya alam. Sedangkan

kemiskinan buatan merupakan kemiskinan karena adanya era modernisasi yang menyebabkan masyarakat tidak dapat menikmati sumber daya alam (Jarnasy, 2004).

2.9.3 Harapan Lama Sekolah

Harapan Lama Sekolah (HLS) merupakan suatu indikator yang menggambarkan pemerataan pembangunan pendidikan di Indonesia. HLS menjadi tolak ukur kesempatan pendidikan anak dimulai usia tujuh tahun. Harapan lama sekolah dapat digunakan untuk mengetahui kondisi pembangunan sistem pendidikan di berbagai jenjang, dan dinyatakan dalam bentuk lamanya pendidikan yang ditempuh seorang anak (BPS, 2016).

2.9.4 Pengeluaran Per kapita

Pengeluaran per kapita atau biasa disebut daya beli merupakan suatu kemampuan masyarakat untuk membelanjakan barang dan jasa. Kemampuan tersebut dapat dipengaruhi oleh harga-harga riil tiap wilayah, sehingga daya beli masyarakat antar wilayah berbeda-beda. BPS (2014) memaparkan bahwa pengeluaran per kapita masyarakat menggambarkan tingkat daya beli *Purchasing Power Parity* (PPP). Pengeluaran per kapita juga dapat menjadi tolak ukur pembangunan manusia di wilayah tertentu, juga sebagai acuan gambaran kesejahteraan penduduk melalui baik buruknya persoalan ekonomi mereka.

2.9.5 Konsumsi Rumah Tangga untuk Makanan

Rumah tangga merupakan konsumen atau pengguna barang dan jasa, juga sebagai pemilik faktor produksi ketenagakerjaan, modal dan kewirausahaan. Apabila faktor-faktor tersebut dijual, maka rumah tangga akan mendapatkan balas jasa yang nanti akan masuk ke dalam pendapatan rumah tangga. Sehingga dari pendapatan yang diperoleh tersebut, dapat digunakan untuk membelanjakan barang-barang konsumsi dan bisa juga ditabung (BPS, 2014).

Pengeluaran untuk konsumsi merupakan suatu cara untuk mempertahankan hidup. Dimana pengeluaran ini juga bergantung pada tingkat pendapatan suatu rumah tangga. Apabila pendapatan rendah, pengeluaran yang dibelanjakan umumnya hanya untuk kebutuhan makanan pokok jasmani. Sedangkan pendapatan yang tinggi akan berperan penting untuk kelangsungan hidup rumah tangga karena dapat mencukupi berbagai kebutuhan yang diharapkan. Sehingga pendapatan yang tinggi akan menunjang kemajuan pembangunan manusia terutama dalam pemenuhan konsumsi (BPS, 2016).

2.10 Kajian Agama mengenai Indeks Pembangunan Manusia

Al-Qur'an merupakan sumber utama pedoman hidup manusia. Al-Qur'an menceritakan segala fenomena kehidupan serta penegas sesuatu yang batil. Allah menegaskan dalam surat An-Nahl ayat 78 yang artinya:

“Dan Allah mengeluarkan kamu dari perut ibumu dalam keadaan tidak mengetahui sesuatupun, dan Dia memberi kamu pendengaran, penglihatan dan hati agar kamu bersyukur” (QS. An-Nahl/16: 78).

Tafsir Al-Mukhtashar (Syakir, 2014) memaparkan bahwa ayat tersebut memiliki kandungan bahwa manusia pada awalnya merupakan bayi-bayi yang

tidak mengetahui apapun, dan Allah menciptakan pada diri manusia dengan hal-hal tersebut supaya dengannya manusia mendapatkan ilmu. Kemudian menggunakan setiap anggota tubuh sesuai tujuan masing-masing sebagai media kecerdasan dan terbentuk menjadi generasi yang berkualitas.

Berdasarkan pemaparan di atas, pada dasarnya Allah telah menciptakan media agar manusia berkembang dengan keadaan yang lebih baik serta menjadi generasi yang cerdas. Adanya ilmu akan menjadikan kedudukan manusia lebih tinggi di hadapan orang lain. Sesuai anjuran dalam sebuah hadits yang mengatakan:

“carilah ilmu sejak dari buaian hingga ke liang lahat”.

Hadits di atas menganjurkan bahwa manusia sudah mempunyai kewajiban menggali ilmunya sejak mereka masih bayi dan jangan berhenti hingga akhir hayatnya. Seseorang yang tinggi ilmunya akan tinggi pula derajatnya, namun jangan sampai tingginya derajat tersebut menjadikannya lupa akan yang memberikan derajat. Sebagaimana yang dijelaskan pada surat An-Nahl ayat 79 di atas *“agar kamu bersyukur”* yang berarti agar manusia selalu mensyukuri segala nikmat yang Allah berikan kepadanya, meliputi pendengaran agar dapat mendengarkan informasi, penglihatan yang berguna untuk melihat objek maupun hati nurani yang dapat membedakan benar dan salah. Ilmu dalam diri seseorang menunjukkan bahwa orang tersebut mampu menjadi generasi yang patut dicontoh.

Meskipun demikian, Allah juga tidak menganjurkan hambanya yang sibuk dengan ilmu dunianya. Maka dari itu apabila engkau telah menyelesaikan berbagai kesibukan urusan dan kepentinganmu di dunia, maka bersungguhsungguhlah menjalankan ibadahmu kepada Allah dengan hati yang tulus dan niat

karena Allah. Karena seseorang yang melakukan kesibukan duniawi dengan tidak meninggalkan urusan akhiratnya maka segala kesulitannya akan dipermudah dan menemukan jalan dari Allah. Dari Ibnu Mas'ud berkata (Katsir, 2002):

“Jika engkau telah selesai menunaikan berbagai kewajiban, maka bersungguhsungguhlah untuk melakukan Qiyamul lail.”

Penjelasan dari ayat maupun hadits di atas adalah sebagai bentuk motivasi kepada manusia agar selalu menyeimbangkan urusannya di dunia maupun di akhirat. Selalu ingat bahwa ilmu merupakan sesuatu yang penting di dunia pendidikan. Sehingga semakin banyaknya orang yang berilmu akan mendorong kemajuan suatu negara dengan masyarakatnya yang berkualitas. Dan pelajaran terpenting yang dapat diambil dari surat An-Nahl yaitu apabila telah tinggi ilmu yang dialami seseorang, janganlah lupa untuk bersyukur atas segala kenikmatan yang didatangkan olehnya sehingga ia tak hanya menjadi orang yang sukses namun juga generasi cerdas untuk suatu bangsa.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang digunakan pada penelitian tentang pengaruh metode *cross validation* dalam model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR) dengan studi kasus Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Provinsi Jawa Timur menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan bantuan studi literatur.

Pendekatan deskriptif kuantitatif dilakukan dengan menganalisis serta menyusun data sesuai bahan penelitian. Sedangkan studi literatur dilakukan dengan mengkaji bahan terkait metode *cross validation* serta berkaitan dengan penelitian kuantitatif yang berupa angka atau data numerik.

3.2 Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari *website* Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur tentang Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Jawa Timur tahun 2017 dimana terdapat 38 Kabupaten/Kota di Jawa Timur.

3.3 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini digunakan dua macam variabel penelitian yaitu variabel terikat (Y) yang merupakan indeks pembangunan manusia di Provinsi Jawa Timur tahun 2017 dan variabel bebas (X) sebagai berikut:

X_1 : Angka Harapan Hidup (AHH)

- X_2 : Persentase penduduk miskin
- X_3 : Harapan Lama Sekolah (HLS)
- X_4 : Pengeluaran per kapita
- X_5 : Konsumsi rumah tangga untuk makanan

3.4 Tahap Analisis Data

Tahap analisis data pada penelitian ini terbagi menjadi dua tahapan yaitu sebagai berikut:

3.4.1 Penentuan *Bandwidth* Optimum Model MGWR

Langkah-langkah yang dilakukan untuk menentukan *bandwidth* optimum menggunakan metode *cross validation* pada model MGWR adalah:

1. Menguraikan bias dan ragam dengan *Mean Square Error* (MSE),
2. Menentukan nilai MSE,
3. Menentukan *bandwidth* model MGWR dengan metode *cross validation*.

3.4.2 Aplikasi pada Data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Provinsi Jawa Timur tahun 2017

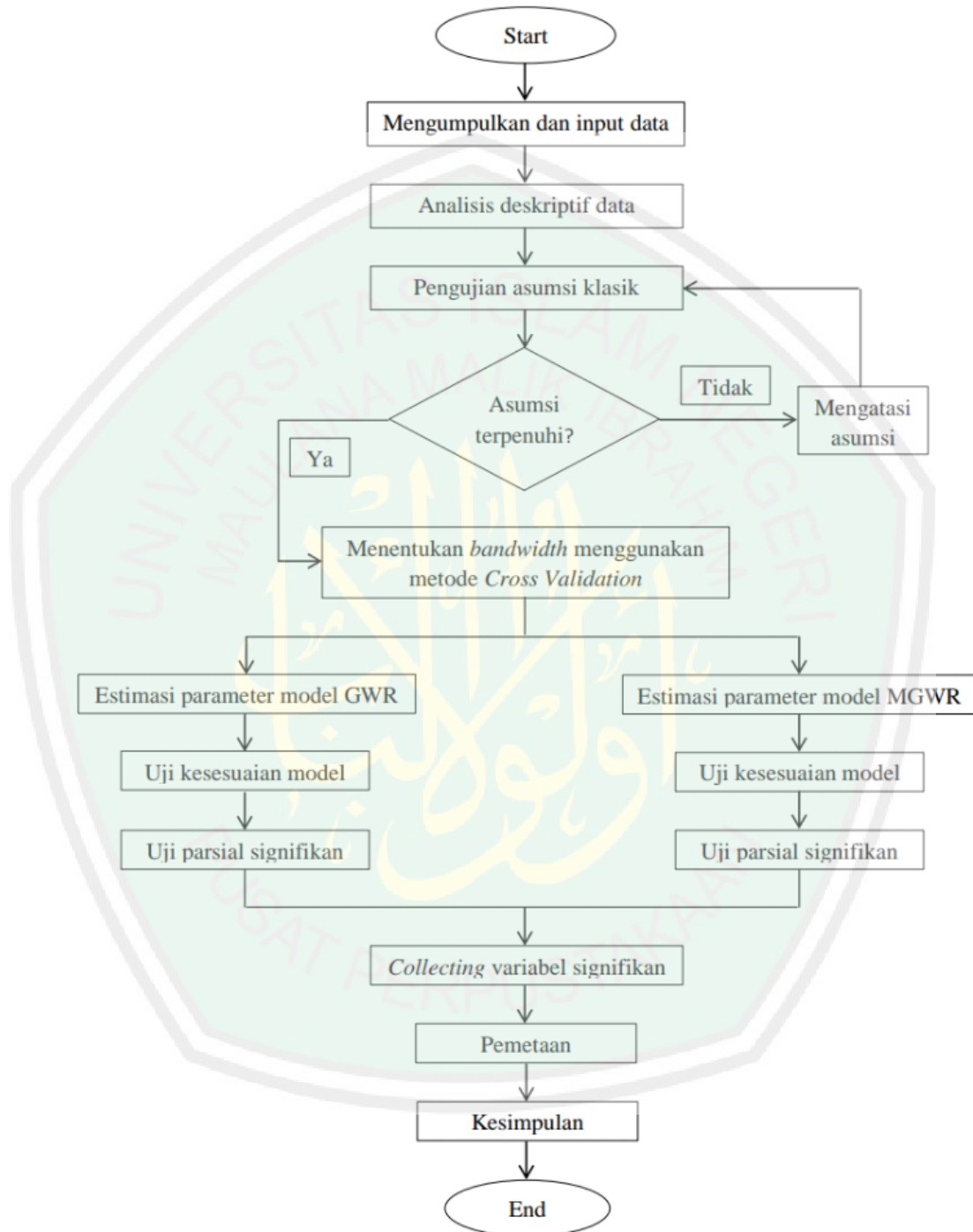
Langkah-langkah penerapan model MGWR pada data IPM di Provinsi Jawa Timur adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan data indeks pembangunan manusia pada tahun 2017,
2. Mendiskripsikan dan melakukan uji asumsi klasik pada data pengangguran terbuka,
3. Memodelkan dengan model regresi linier,
4. Melakukan uji heterogenitas spasial,
5. Memodelkan dengan model GWR, dengan langkah

- a. Menentukan nilai *bandwidth* dengan *cross validation* minimum
 - b. Melakukan estimasi parameter menggunakan *software* GWR4
 - c. Menguji kesesuaian model GWR
 - d. Melakukan uji parsial untuk mengetahui parameter signifikan
 - e. Mengelompokkan variabel signifikan pada data IPM
 - f. Memetakan hasil estimasi model GWR dengan *software* Arc GIS
6. Memodelkan dengan model MGWR, dengan langkah
- a. Melakukan estimasi parameter menggunakan *software* GWR4
 - b. Menguji kesesuaian model parameter global dan lokal model MGWR dengan model GWR
 - c. Melakukan statistik uji parsial parameter model MGWR
 - d. Mengelompokkan variabel signifikan pada data IPM
 - e. Memetakan hasil estimasi model MGWR dengan *software* Arc GIS
7. Membuat kesimpulan.

3.5 Flow Chart

Berikut merupakan diagram *flow chart* tahap analisis data.



Gambar 3.1 Flowchart Tahapan Analisis Data

BAB IV
PEMBAHASAN

4.1 Metode *Cross Validation* dalam Menentukan *Bandwidth* Optimum Model MGWR

Hubungan antara ragam dan bias dapat dilihat dari konsep *Mean Square Error* (MSE) yang didefinisikan sesuai persamaan (2.24) sebagai berikut:

$$MSE(f_h) = E \left[(f_h - \hat{f}_h)^2 \right] \quad (4.1)$$

dengan:

f_h : fungsi yang berpengaruh pada jarak

\hat{f}_h : fungsi penduga yang berpengaruh pada jarak

Ketika diuraikan maka akan menjadi

$$\begin{aligned} MSE(f_h) &= E(f_h - \hat{f}_h)^2 \\ &= E \left[(f_h - E(\hat{f}_h) + E(\hat{f}_h) - \hat{f}_h)^2 \right] \\ &= E \left[(f_h - E(\hat{f}_h))^2 + 2 \left((f_h - E(\hat{f}_h)) (E(\hat{f}_h) - \hat{f}_h) \right) + (E(\hat{f}_h) - \hat{f}_h)^2 \right] \\ &= E \left[(f_h - E(\hat{f}_h))^2 \right] + 2E \left[(f_h - E(\hat{f}_h)) (E(\hat{f}_h) - \hat{f}_h) \right] + E \left[(E(\hat{f}_h) - \hat{f}_h)^2 \right] \\ &= E \left[(f_h - E(\hat{f}_h))^2 \right] + 2E (f_h - E(\hat{f}_h)) E(E(\hat{f}_h) - \hat{f}_h) + E \left[(E(\hat{f}_h) - \hat{f}_h)^2 \right] \\ &= E \left[(f_h - E(\hat{f}_h))^2 \right] + 2E (f_h - E(\hat{f}_h)) (E(\hat{f}_h) - E(\hat{f}_h)) \\ &\quad + E \left[(E(\hat{f}_h) - \hat{f}_h)^2 \right] \\ &= E \left[(f_h - E(\hat{f}_h))^2 \right] + 0 + E \left[(E(\hat{f}_h) - \hat{f}_h)^2 \right] \\ &= Var(\hat{f}_h) + Bias(\hat{f}_h)^2 \end{aligned} \quad (4.2)$$

Nilai *bandwidth* yang kecil akan diperoleh bias yang kecil dan ragam yang besar. Sedangkan *bandwidth* yang besar akan diperoleh bias yang besar dan ragam yang kecil.

Dalam model MGWR seperti pada persamaan (2.6), pemilihan *bandwidth* optimum dapat menggunakan metode *cross validation*. Dengan memisalkan nilai yang diprediksikan dari y_i sebagai fungsi dari h . Sehingga dapat ditulis sebagai $\hat{y}_i(h)$ di MGWR, dan nilai CV yang didefinisikan sesuai persamaan (2.25) adalah:

$$CV(h) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(h))^2. \quad (4.3)$$

Kemudian dianalisis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} E(y_i - \hat{y}_{\neq i}(h))^2 &= E\left(Y_i - \hat{m}_{h(\neq i)}(x_i)\right)^2 \\ &= E\left(Y_i - m(X_i) + n(X_i) - \hat{m}_{h(\neq i)}(x_i)\right)^2 \\ &= E\left(\varepsilon_i + m(X_i) - \hat{m}_{h(\neq i)}(x_i)\right)^2 \\ &= E(\varepsilon_i)^2 + 2E\left(\varepsilon_i \left(m(X_i) - \hat{m}_{h(\neq i)}(x_i)\right)\right) + E\left(m(X_i) - \hat{m}_{h(\neq i)}(x_i)\right)^2 \\ &= \sigma^2 + 2E\left(\varepsilon_i \left(m(X_i) - \hat{m}_{h(\neq i)}(x_i)\right)\right) + E\left(m(X_i) - \hat{m}_{h(\neq i)}(x_i)\right)^2 \end{aligned}$$

dimana $\hat{y}_{\neq i}(h) = \hat{m}_{h(\neq i)}(x_i)$, karena ε_i dan $\hat{m}_{h(\neq i)}(x_i)$ dengan syarat bebas.

Karena

$$E(\varepsilon_i) \cdot E\left(m(X_i) - \hat{m}_{h(\neq i)}(x_i)\right) = 0, E\left(m(X_i) - \hat{m}_{h(\neq i)}(x_i)\right) = 0 \quad (4.4)$$

sehingga diperoleh

$$E(y_i - \hat{y}_{\neq i}(h))^2 = \sigma^2 + E\left(m(X_i) - \hat{m}_{h(\neq i)}(x_i)\right)^2 \quad (4.5)$$

Berdasarkan hasil persamaan (4.5) diperoleh nilai ekspektasi dari metode *cross validation*. Sehingga merujuk pada persamaan (4.3) didapatkan hasil CV yaitu :

$$CV(h) = \sum_{i=1}^n \sigma^2 + E \left(m(X_i) - \hat{m}_{h(\neq i)}(x_i) \right)^2. \quad (4.5)$$

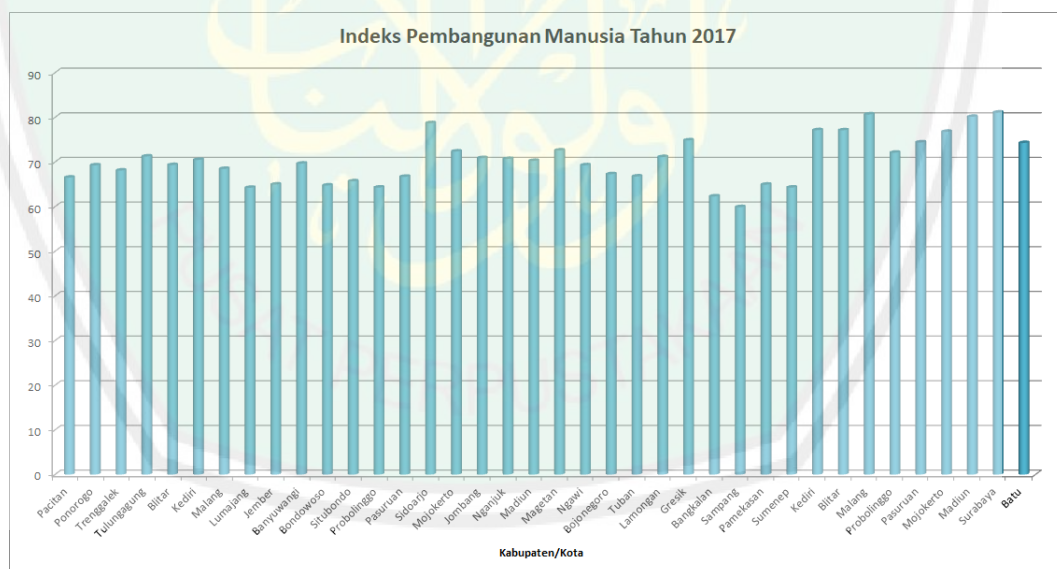


4.2 Implementasi Data IPM pada Model MGWR

4.2.1 Deskripsi Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder tentang indeks pembangunan manusia (IPM) di Provinsi Jawa Timur tahun 2017 yang bersumber dari Badan Pusat Statistik dengan 38 Provinsi. Terdapat lima variabel bebas yaitu variabel angka harapan hidup (X_1), penduduk miskin (X_2), harapan lama sekolah (X_3), pengeluaran perkapita (X_4) dan konsumsi rumah tangga untuk makanan (X_5).

Grafik sebaran data untuk data indeks pembangunan manusia dapat dilihat lebih detail keadaan variabel bebas dan terikat pada setiap Kabupaten di Provinsi Jawa Timur. Pada gambar di bawah ini akan menyajikan pola sebaran data variabel independen terkait Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur, yaitu sebagai berikut:



Gambar 4.1 Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur Tahun 2017

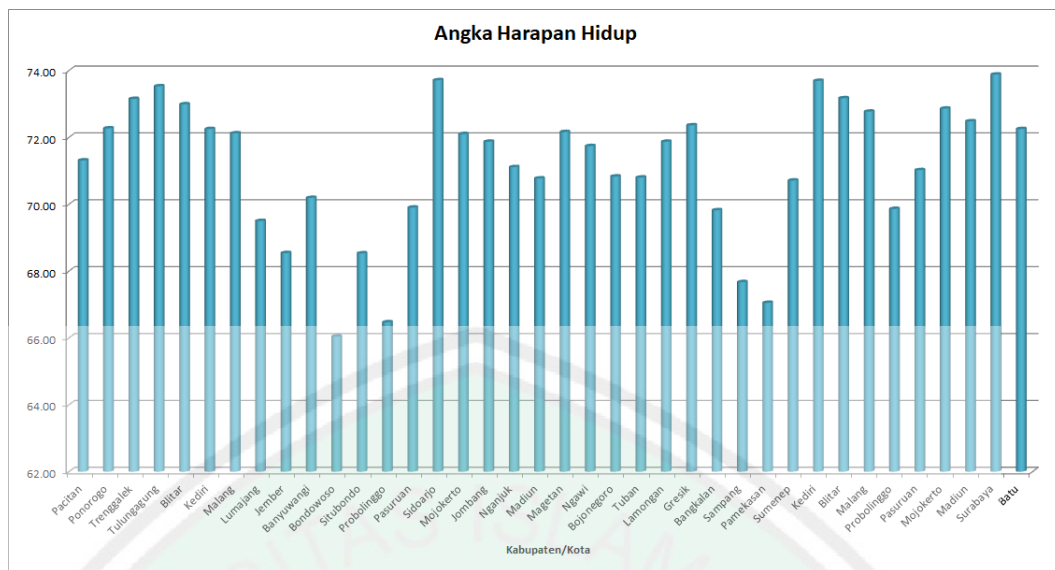
Berdasarkan gambar 4.1 dapat dilihat bahwa pola sebaran indeks pembangunan manusia tahun 2017 menunjukkan seluruh kabupaten rata-rata

masuk dalam kategori tinggi. Kemajuan pembangunan manusia tahun 2017 di Jawa Timur diperoleh Kota Surabaya mencapai 81,07 menduduki tingkat tertinggi dan Kabupaten Sampang mencapai 59,9 berada di tingkatan bawah. Dilaporkan dari Badan Pusat Statistik (BPS) bahwa pembangunan manusia di Jawa Timur pada tahun 2017 terus menerus mengalami peningkatan. Dimana kondisi awalnya masuk dalam kategori sedang, naik kelas menjadi berkategori tinggi.

Meningkatnya target IPM tersebut dapat dicapai melalui berbagai program perlindungan sosial meliputi kegiatan pendidikan, kesehatan dan bantuan sosial. Di samping itu, di Indonesia sendiri terdapat beberapa indikator kesenjangan yang menunjang rendahnya tingkat IPM, diantaranya yaitu tingkat kemiskinan dan kelaparan, tingkat kesehatan dan kematian, maupun akses layanan dasar.

Menurut laporan Badan Pusat Statistik, pemerintah telah melakukan tindakan upaya meningkatkan kemajuan pembangunan manusia dalam bidang pendidikan. Diadakannya Program Indonesia Pintar melalui pendistribusian dan pemanfaatan Kartu Indonesia Pintar merupakan salah satu upaya meningkatkan rata-rata lama sekolah dan menekan angka *drop out* di sekolah.

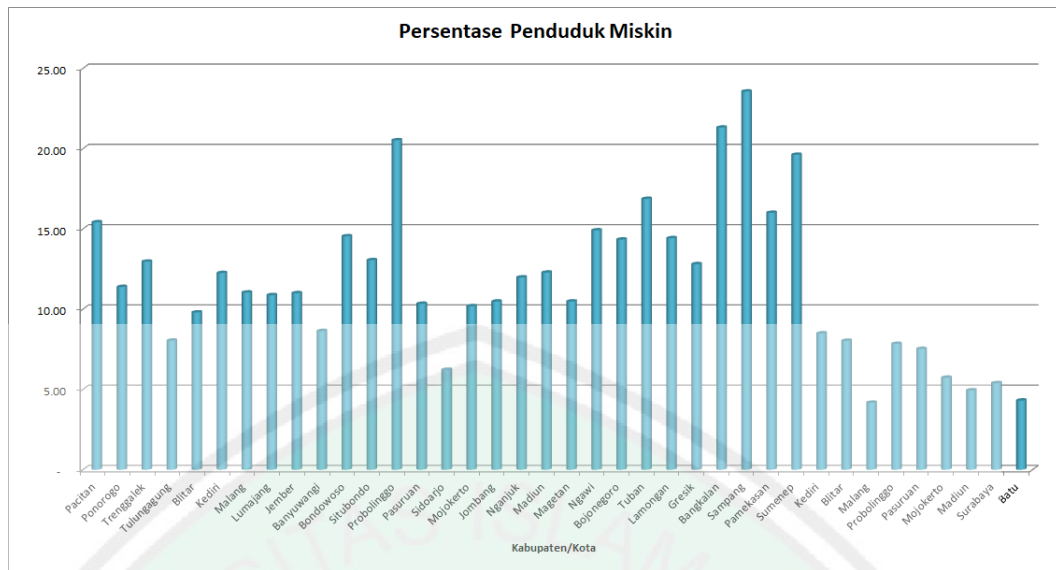
Meskipun sudah termasuk dalam kategori tinggi, Pemerintah Jawa Timur tetap harus memantau perkembangan pembangunan manusia di wilayah Sampang, hingga diperkirakan Kabupaten Sampang pada tahun mendatang menjadi lebih baik.



Gambar 4.2 Angka Harapan Hidup

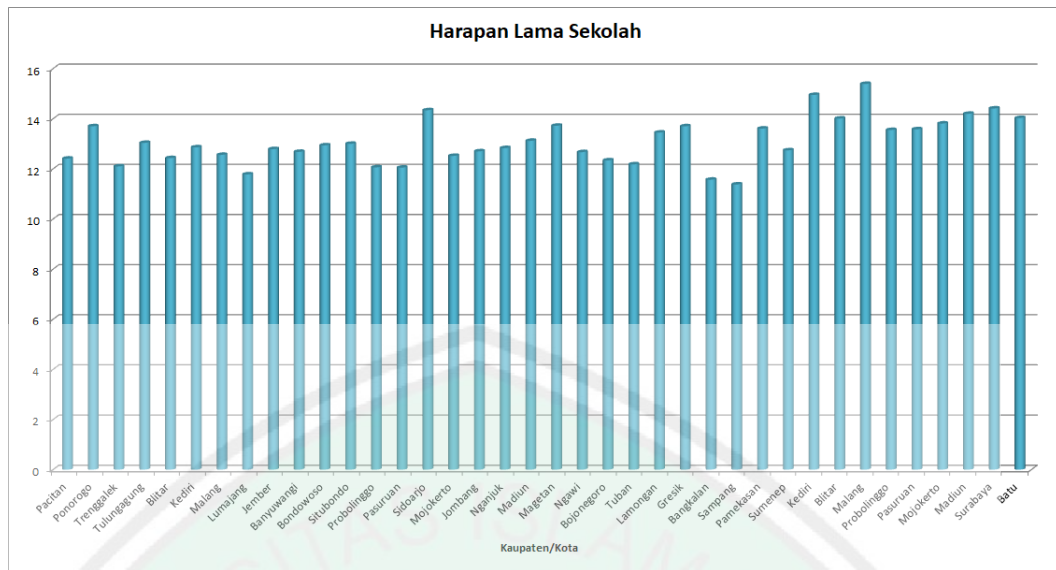
Gambar 4.2 menunjukkan pola sebaran angka harapan hidup masyarakat Jawa Timur, dimana diperoleh AHH tertinggi berada di Kota Surabaya sebesar 73,88 dan terendah di Kabupaten Bondowoso yaitu mencapai 66,04. Badan Pusat Statistik memaparkan bahwa AHH di Jawa Timur tahun 2017 mengalami kenaikan dibandingkan AHH tahun 2011, yaitu dari 70,02 menjadi 70,80. Dibandingkan juga pada tahun 2016 yang mencapai angka sebesar 70, 74 masih lebih tinggi untuk tahun 2017. Sehingga pola sebaran untuk angka harapan hidup di Jawa Timur dapat dikatakan semakin meningkat untuk setiap tahunnya.

Kesadaran masyarakat Surabaya dalam berpola hidup sehat semakin tinggi sehingga menjadikan Kota Surabaya mengalami kemajuan dalam bidang kesehatan maupun pendidikan. Tercatat bahwa Surabaya sebagai angka harapan hidup terbaik karena banyaknya fasilitas, sarana prasarana dalam bidang kesehatan.



Gambar 4.3 Persentase Penduduk Miskin

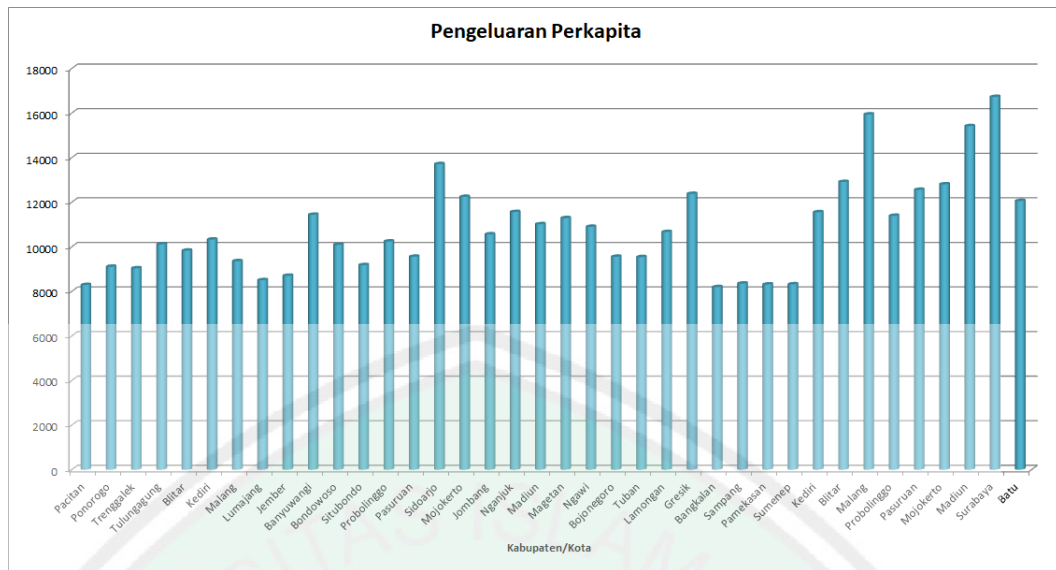
Persentase penduduk miskin menjadi salah satu indikator yang berpengaruh dalam pembangunan manusia. Dari gambar 4.3 diperoleh bahwa persentase tertinggi berada di Kabupaten Sampang. Adapun jumlah penduduk miskin di Jawa Timur pada periode September mencapai 4.405,27 ribu jiwa (11,20%) berkurang 211,74 ribu jiwa dibandingkan periode Maret 2017 yaitu 4.617,01 ribu jiwa. Hal tersebut menunjukkan penurunan yang positif dalam menunjang kemajuan pembangunan manusia. Terdapat beberapa faktor terkait penurunan persentase penduduk miskin pada periode Maret-September, diantaranya adalah adanya inflasi umum yang terjadi sebesar 1,36 persen. Kemudian dari segi komoditi makanan mengalami penurunan indeks harga konsumen serta adanya kenaikan indeks upah buruh tanaman pada bulan Maret sebesar 135,06 menjadi 136,91 pada bulan September 2017.



Gambar 4.4 Harapan Lama Sekolah

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa rata-rata harapan lama sekolah untuk seluruh provinsi di Provinsi Jawa Timur mulai membaik. Hal tersebut ditandai dengan tingginya angka yang didapatkan di Kota Malang mencapai 15,39, dengan angka terendah berada di wilayah Kabupaten Sampang yaitu sebesar 11,38. Membbaiknya tingkat harapan lama sekolah merupakan salah satu indikator penting dalam kemajuan Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur bahkan di Indonesia.

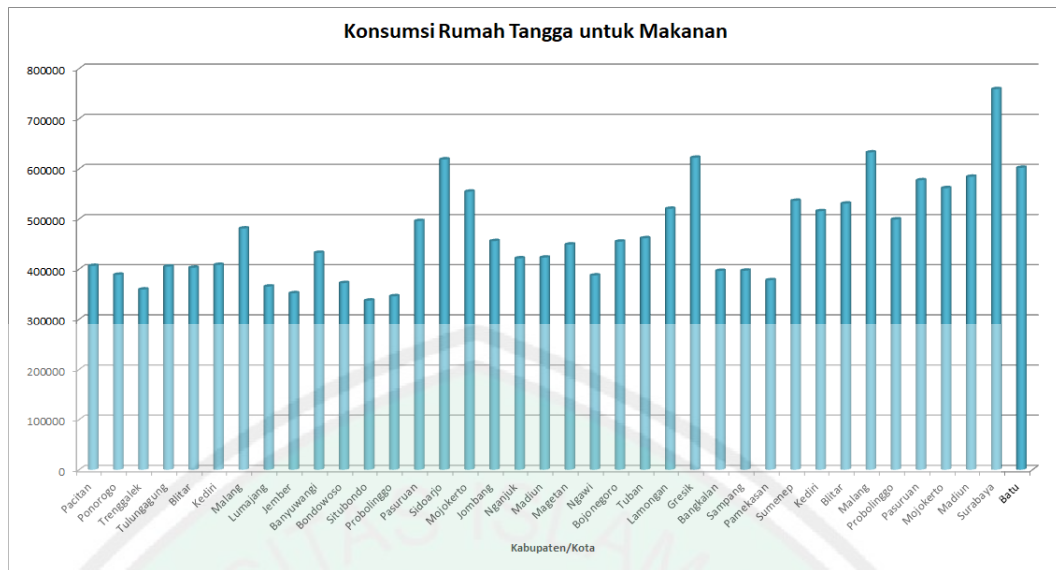
Badan Pusat Statistik telah merilis Harapan Lama Sekolah (HLS) dalam periode 2011-2017 telah meningkat sebesar 1,47 tahun. Dan selama itu pula harapan lama sekolah rata-rata tumbuh 1,9% per tahun. Hal tersebut menjadi dorongan positif bahwa semakin banyak penduduk di Indonesia yang melanjutkan pendidikan. Sehingga pada tahun 2017, harapan lama sekolah di Provinsi Jawa Timur mencapai 13,09 tahun mengalami peningkatan dibandingkan tahun 2011 sebesar 11,62 tahun. Hal tersebut berarti bahwa anak-anak usia 7 tahun memiliki kesempatan untuk menyelesaikan pendidikannya hingga lulus D1.



Gambar 4.5 Pengeluaran Perkapita

Berdasarkan gambar 4.5 diperoleh bahwa tingkat pengeluaran per kapita tahun 2017 tertinggi berada di Kota Surabaya yaitu mencapai 16,7 juta, kemudian disusul Kota Malang sebesar 15,9 juta dan Kota Madiun mencapai 15,4 juta. Badan Pusat Statistik melaporkan bahwa pengeluaran perkapita atau belanja rumah tangga masyarakat Jawa Timur tahun 2017 mencapai 10,97 juta, mengalami kenaikan sebesar 16,8% dibandingkan tahun 2011. Sehingga selama periode 2011-2017 pengeluaran perkapita masyarakat Jawa Timur meningkat sebesar 281,6 ribu per tahun. Diungkapkan juga bahwa peningkatan pengeluaran perkapita ini lantaran pertumbuhan industri manufaktur, meningkatkan penyerapan tenaga kerja dan menurunnya tingkat pengangguran. Hal tersebut juga menunjukkan daya beli masyarakat terus mengalami pertumbuhan seiring perbaikan kondisi ekonomi nasional.

Adapun untuk wilayah yang masih rendah tingkat pengeluaran per kapitanya seperti yang terjadi di daerah Sumenep, akan terus dipantau dan ditindaklanjuti dampak dari rendahnya angka tersebut.



Gambar 4.6 Konsumsi Rumah Tangga untuk Makanan

Konsumsi rumah tangga untuk makanan pada pola sebaran gambar 4.6 menunjukkan bahwa pengeluaran konsumsi makanan tertinggi terjadi di Kota Surabaya sebesar 785.750. Selain sebagai kota metropolitan, Kota Surabaya merupakan ibu kota Provinsi Jawa Timur yang letaknya strategis, menjadikan kota ini terhubung dengan banyak kegiatan perdagangan. Sehingga wajar apabila perekonomian terbesar khususnya sektor perdagangan, transportasi, maupun industri lebih berpengaruh pada pendapatan di Kota Surabaya dibandingkan dengan daerah lainnya di Jawa Timur.

4.2.2 Uji Asumsi Data

Uji asumsi dilakukan untuk mengetahui seberapa baik model regresi yang akan didapatkan dan digunakan juga untuk meminimalisasi nilai *error* dari suatu hasil model analisis.

4.2.2.1 Uji Normalitas

Penelitian ini akan menggunakan uji Kolmogorof-Smirnov untuk mengetahui normal atau tidaknya suatu data. Apabila diperoleh nilai signifikan lebih dari 0,05 maka asumsi normalitas terpenuhi. Berdasarkan persamaan (2.1), maka hasil uji Kolmogorof-Smirnov yang diperoleh menggunakan *software* SPSS 25 yaitu sebagai berikut:

Tabel 4.1 Uji Normalitas

	P-value
Kolmogorov-Smirnov	0,200

Berdasarkan tabel diatas diperoleh bahwa nilai signifikan untuk uji Kolmogorov-Smirnov lebih besar dari 0,05. Adapun dari nilai D dengan persamaan (2.1) diperoleh hasil:

$$D = \max|F_0(X) - S(x)|, i = 1, 2, \dots, n,$$

$$= 0,184795539.$$

Hasil di atas diperoleh bahwa nilai $D < D_{tabel} = 0,184795539 < 0,210$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *error* dalam model berdistribusi normal.

4.2.2.2 Uji Multikolinearitas

Pengujian ini digunakan untuk mengetahui apakah variabel bebas pada data penelitian saling berhubungan antar satu sama lain. Uji multikolinearitas dapat diketahui melalui dua kriteria yaitu dengan nilai koefisien korelasi antar variabel respon atau dengan melihat nilai VIF. Adapun nilai koefisien korelasi untuk variabel bebas X_1 dan X_1 sesuai pada persamaan (2.2) diperoleh sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 r_{x_1x_2} &= \frac{n \sum_{i=1}^n x_{1i}x_{2i} - (\sum_{i=1}^n x_{1i})(\sum_{i=1}^n x_{2i})}{\sqrt{(n \sum_{i=1}^n x_{1i}^2 - (\sum_{i=1}^n x_{1i})^2)(n \sum_{i=1}^n x_{2i}^2 - (\sum_{i=1}^n x_{2i})^2)}} \\
 &= \frac{1185961.9 - 1194254.51}{\sqrt{5857.6008(31322.668)}} \\
 &= -0.6122092
 \end{aligned}$$

Hasil tersebut sesuai dengan yang didapatkan melalui perhitungan *software* SPSS 25 yaitu:

Tabel 4.2 Koefisien Korelasi antar Variabel Bebas

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5
X_1	1.000				
X_2	-0,612	1,000			
X_3	0,493	-0,707	1,000		
X_4	0,526	-0,723	0,753	1,000	
X_5	0,572	-0,580	0,660	0,812	1,000

Berdasarkan hasil yang diperoleh, menunjukkan bahwa hubungan antara variabel X_1 dan X_2 sebesar -0,612 yang artinya tidak terdapat korelasi yang tinggi. Adapun untuk variabel lainnya juga diperoleh koefisien korelasi Pearson kurang dari $\pm 0,95$ yang menunjukkan bahwa antar variabel bebas tidak terdapat multikolinearitas.

Kemudian akan dilihat melalui nilai *tolerance* atau VIF (*Variance Inflation Factor*) sebagaimana persamaan (2.3), apabila nilai VIF lebih dari atau sama dengan 10 maka dapat disimpulkan terjadi multikolinearitas. Dengan menggunakan perhitungan nilai korelasi antar variabel bebas (r) diperoleh:

$$\begin{aligned}
 Tolerance &= 1 - r^2 = 1 - (-0,612)^2 \\
 &= 0,625456.
 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$VIF = \frac{1}{Tolerance} = \frac{1}{0,625456}$$

$$= 1,5988 \approx 1,6.$$

Hasil VIF untuk variabel X_1 diperoleh sebesar 1,6 sehingga dapat dikatakan bahwa tidak terjadi perbedaan yang signifikan dengan output *software* SPSS 25 pada tabel yang dihasilkan sebagai berikut:

Tabel 4.3 Nilai *Variance Inflation Factor*

Variabel	VIF	Keterangan
X_1 (Angka Harapan Hidup)	1,832	Tidak terjadi multikolinearitas
X_2 (Penduduk Miskin)	2,868	Tidak terjadi multikolinearitas
X_3 (Harapan Lama Sekolah)	2,705	Tidak terjadi multikolinearitas
X_4 (Pengeluaran Perkapita)	4,557	Tidak terjadi multikolinearitas
X_5 (Konsumsi Rumah Tangga untuk Makanan)	3,352	Tidak terjadi multikolinearitas

Tabel 4.3 terlihat jelas bahwa untuk semua variabel bebas tidak terjadi multikolinearitas atau tidak adanya hubungan linier yang kuat antar variabel independen, dengan nilai VIF kurang dari 10. Sehingga dapat disimpulkan dari kedua kriteria tersebut bahwa variabel bebas untuk data indeks pembangunan manusia di Jawa Timur tidak mengandung multikolinearitas.

4.2.2.3 Uji Heteroskedastisitas

Uji ini bertujuan untuk mengetahui apakah terjadi ketidaksamaan variansi dari *error* suatu model antara satu pengamatan ke pengamatan lain. Pengujian yang akan digunakan yaitu dengan uji Glejser menggunakan *software* SPSS 25 menghasilkan output di bawah ini:

Tabel 4.4 Uji Heteroskedastisitas

Variabel	t-Hitung	Signifikansi	Keterangan
X_1 (Angka Harapan Hidup)	-0,0972	0,338	Tidak Signifikan
X_2 (Penduduk Miskin)	1,292	0,206	Tidak Signifikan
X_3 (Harapan Lama Sekolah)	2,373	0,024	Signifikan
X_4 (Pengeluaran Perkapita)	0,308	0,760	Tidak Signifikan
X_5 (Konsumsi Rumah Tangga untuk Makanan)	1,591	0,121	Tidak Signifikan

Berdasarkan tabel 4.4 diperoleh bahwa terdapat variabel dengan taraf signifikan kurang dari 0.05 yang artinya terjadi heteroskedastisitas. Hal tersebut diasumsikan bahwa terdapat pengaruh spasial pada data observasi.

4.2.3 Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan Regresi Linier

Setelah dilakukan analisis asumsi data, maka akan dilanjutkan dengan regresi linier. Adapun pemodelan regresi linier dengan menggunakan *software* SPSS 25 diperoleh hasil berikut:

Tabel 4.5 Pendugaan Parameter Model Regresi Linier

Parameter	Estimator	T	P-value
<i>Intercept</i>	-13,641	-2,240	0,032
X_1	0,745	9,713	0,000
X_2	-0,138	-3,321	0,002
X_3	1,495	7,236	0,000
X_4	0,001	10,558	0,000
X_5	-2,025E-7	-0,095	0,925

Berdasarkan tabel 4.5 diperoleh uji signifikansi untuk estimasi model regresi dengan membandingkan P-value dengan $\alpha = 5\%$, menghasilkan empat variabel yang signifikan yaitu variabel angka harapan hidup (X_1), variabel

penduduk miskin (X_2), variabel harapan lama sekolah (X_3), dan variabel pengeluaran perkapita (X_4).

Berdasarkan tabel 4.5 dapat disimpulkan bahwa terdapat satu variabel bebas yang tidak signifikan atau tidak berpengaruh pada model regresi linier, yaitu variabel konsumsi rumah tangga untuk makanan. Kemudian akan dilakukan estimasi parameter dengan empat variabel yang signifikan tersebut, dan diperoleh hasilnya seperti di bawah ini:

Tabel 4.6 Pendugaan Parameter Regresi Linier dengan Variabel Signifikan

Parameter	Estimator	T	P-value	Keterangan
<i>Intercept</i>	-13.453	-2,373	-0,024	Signifikan
X_1	0,742	10,391	0,000	Signifikan
X_2	-0,138	-3,452	0,002	Signifikan
X_3	1,492	7,403	0,000	Signifikan
X_4	0,001	13,559	0,000	Signifikan

Sehingga model regresi yang diperoleh adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = -13,453 + 0,742X_1 - 0,138X_2 + 1,492X_3 + 0,001X_4$$

4.2.4 Uji Heterogenitas Spasial

Pengujian heterogenitas spasial dilakukan untuk mengetahui apakah dalam data spasial terdapat keragaman antar wilayah lokasi pengamatan. Penelitian ini akan dilakukan uji *Breusch Pagan* (BP) diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.7 Uji *Breusch-Pagan* (BP)

BP	DF	p-value
12,555	5	0,028

Berdasarkan tabel 4.7 diperoleh bahwa nilai BP yang dihasilkan yaitu 12,555 dengan *p-value* 0,028, sehingga dengan derajat bebas 5 dan taraf signifikan $\alpha = 5\%$ didapatkan $\chi^2_{(5;0.05)}$ sebesar 11.07048. Sehingga dapat disimpulkan bahwa antar satu titik observasi dengan observasi lainnya terdapat perbedaan karakteristik. Dengan demikian pemodelan dapat dilanjutkan menggunakan model MGWR dan penentuan *bandwidth* dengan metode *cross validation*.

4.2.5 Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan GWR

Langkah yang harus dilakukan setelah mendapatkan model regresi linier global adalah pembentukan model GWR. Tahapan utama yang harus dilakukan dalam analisis GWR yaitu menentukan nilai *bandwidth* optimum yang berfungsi untuk mendapatkan pembobot dari suatu lokasi terhadap lokasi observasi lainnya. Adapun nilai *bandwidth* yang diperoleh dengan menggunakan software GWR4 adalah:

Tabel 4.8 Hasil *Bandwidth* Optimum

	Bandwidth	Criterion
iter 1 (p1)	804,885	0,654
iter 2 (p2)	804,885	0,654
iter 3 (p3)	804,885	0,654
iter 4 (p4)	804,885	0,654
iter 5 (p5)	815,731	0,654
iter 6 (p6)	822,435	0,654
iter 7 (p7)	826,577	0,654
iter 8 (p8)	826,577	0,654
iter 9 (p9)	826,577	0,654
iter 10 (p10)	827,555	0,654

Berdasarkan tabel 4.8 diperoleh bahwa nilai bandwidth optimum yang dihasilkan sebesar 827,555. Hal ini menunjukkan bahwa dalam radius 827,555° tersebut, daerah di sekitar wilayah radius akan dianggap memiliki pengaruh lokasi (spasial). Apabila suatu wilayah semakin dekat dengan daerah pusat, maka akan semakin tinggi pengaruh yang didapatkan. Ketika didapatkan jarak suatu wilayah lebih atau sama dengan radius 827,555° akan dianggap tidak berpengaruh pada observasi atau pengaruhnya akan menurun seiring dengan semakin jauhnya jarak dengan CV minimum yang menggunakan pembobot *fixed gaussian kernel* yaitu 0,654.

Setelah didapatkan nilai CV minimum, kemudian akan dilakukan uji kesesuaian model GWR yang telah diperoleh. Pemodelan angka indeks pembangunan manusia di Jawa Timur diharapkan memperoleh hasil yang baik dengan adanya hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k; i = 1,2, \dots, 38; k = 1,2, \dots, 6$$

(tidak ada perbedaan signifikan antara model regresi linier dengan model GWR)

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k; i = 1,2, \dots, 38; k = 1,2, \dots, 6$$

(terdapat perbedaan signifikan antara model regresi linier dengan model GWR)

Adapun hasil uji kesesuaian model GWR menggunakan *software* GWR4 dihasilkan sebagai berikut:

Tabel 4.9 Uji Kesesuaian Model GWR

Source	SS	DF	MS	F _{hit}	F _{tabel}
Global Residual	18,273	33,000			
GWR Improvement	2,480	1,081	2,295		F _(0,05;5;32)
GWR Residual	15,793	31,919	0,495	4,638087	2,51

Berdasarkan tabel 4.9, diperoleh bahwa nilai statistik uji $F_{hit} > F_{tabel}$ sebesar $4,638087 > 2,51$. Dengan melihat selisih jumlah kuadrat *error* dari model GWR dan model regresi linier global diperoleh jumlah kuadrat *error* untuk model GWR yaitu 15,793 yang artinya lebih kecil dibandingkan dengan jumlah kuadrat *error* dari model regresi global yaitu sebesar 18,273. Sehingga dapat disimpulkan bahwa antara model GWR dengan model regresi linier global memiliki perbedaan yang signifikan, atau dapat dikatakan bahwa model GWR lebih baik dalam menggambarkan indeks pembangunan manusia di Jawa Timur tahun 2017.

Kemudian dilakukan pengujian signifikansi parameter untuk menentukan parameter mana saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap indeks pembangunan manusia untuk setiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Dimana nanti akan dibandingkan nilai t_{hitung} dengan t_{tabel} untuk menentukan variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap indeks pembangunan manusia. Dimana diperoleh $t_{0,05/2} = 2,03693$, apabila $t_{hitung} > 2,03693$ maka parameter tersebut dianggap signifikan terhadap lokasi pengamatan.

Sebagai contoh akan disajikan pengujian parameter pada lokasi (u_{23}, v_{23}) yaitu Kabupaten Tuban. Adapun hasil signifikansi parameter untuk model GWR dengan menggunakan software GWR4 diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4.10 Uji Signifikansi Parameter Model GWR Kabupaten Tuban

Parameter	Estimator	t_{hitung}	Signifikansi
$\beta_0(u_{23}, v_{23})$	70,474175	617,14452	Signifikan
$\beta_1(u_{23}, v_{23})$	1,479842	9,708755	Signifikan
$\beta_2(u_{23}, v_{23})$	-0,627823	-3,321584	Signifikan
$\beta_3(u_{23}, v_{23})$	1,329783	7,232903	Signifikan
$\beta_4(u_{23}, v_{23})$	2,487129	10,553271	Signifikan
$\beta_5(u_{23}, v_{23})$	-0,018892	-0,092161	Tidak Signifikan

Tabel di atas menunjukkan bahwa diperoleh satu variabel yang tidak signifikan untuk model GWR di Kabupaten Tuban yaitu variabel konsumsi rumah tangga untuk makanan. Hal tersebut berarti bahwa variabel tersebut tidak mempunyai pengaruh terhadap indeks pembangunan manusia di Kabupaten Tuban. Pada model GWR ini, aspek spasial mempunyai peranan penting dalam setiap variabel. Kondisi masyarakat Kabupaten Tuban bahkan hampir semua wilayah di Jawa Timur tahun 2017 diketahui memiliki rata-rata paling tinggi untuk konsumsi belanja makanan dibandingkan kebutuhan lainnya. Sehingga melihat dari rata-rata tingginya konsumsi di setiap lokasi untuk makanan, menjadikan kurang berpengaruh terhadap kualitas pembangunan manusia.

Adapun variabel yang secara signifikan berpengaruh pada model GWR pada wilayah Kabupaten Tuban adalah variabel angka harapan hidup (X_1), variabel penduduk miskin (X_2), variabel harapan lama sekolah (X_3), dan variabel pengeluaran perkapita (X_4). Sehingga dari keempat variabel tersebut didapatkan hasil estimasi sebagai berikut:

Tabel 4.11 Estimasi Parameter Model GWR di Kabupaten Tuban

Parameter	Estimasi	t_{hitung}	Signifikansi
$\beta_0(u_{23}, v_{23})$	70,479738	625,158847	Signifikan
$\beta_1(u_{23}, v_{23})$	1,473588	10,348662	Signifikan
$\beta_2(u_{23}, v_{23})$	-0,631825	-3,445938	Signifikan
$\beta_3(u_{23}, v_{23})$	1,32565	7,368463	Signifikan
$\beta_4(u_{23}, v_{23})$	2,471904	13,513489	Signifikan

Tabel di atas menjelaskan bahwa terdapat empat variabel yang berpengaruh signifikan terhadap indeks pembangunan manusia di wilayah Kabupaten Tuban. Dari hasil model regresi maupun model GWR, terlihat bahwa variabel konsumsi rumah tangga untuk makanan tidak berpengaruh secara signifikan. Konsumsi

untuk makanan ini merupakan salah satu pengeluaran dalam rumah tangga. Konsumsi yang dibutuhkan dalam suatu rumah tangga, lebih menitikberatkan pada faktor pendapatan keluarga, selera, harga barang kebutuhan maupun jenis barang yang dibutuhkan.

Berdasarkan tabel 4.11 diperoleh estimasi untuk model GWR di Kabupaten Tuban adalah sebagai berikut:

$$y_{23} = 70,474175 + 1,479842X_1 - 0,627823X_2 + 1,329783X_3 + 2,487129X_4$$

4.2.6 Pemetaan Angka Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan GWR

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan *software* GWR4, diperoleh variabel yang signifikan untuk model GWR pada Lampiran 9. Pengujian ini untuk menentukan parameter mana saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap indeks pembangunan manusia untuk setiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Selanjutnya membandingkan nilai t_{hitung} dengan t_{tabel} dimana diperoleh $t_{0,05/2} = 2,03693$ apabila $t_{hitung} > 2,03693$ maka H_0 ditolak. Adapun variabel yang signifikan di setiap kota/kabupaten di Jawa Timur seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.12 Pengelompokan Kabupaten/Kota berdasarkan Variabel Signifikan

Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan	Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan
Pacitan	X_1, X_2, X_3, X_4	Magetan	X_1, X_2, X_3, X_4
Ponorogo	X_1, X_2, X_3, X_4	Ngawi	X_1, X_2, X_3, X_4
Trenggalek	X_1, X_2, X_3, X_4	Bojonegoro	X_1, X_2, X_3, X_4
Tulungagung	X_1, X_2, X_3, X_4	Tuban	X_1, X_2, X_3, X_4
Blitar	X_1, X_2, X_3, X_4	Lamongan	X_1, X_2, X_3, X_4
Kediri	X_1, X_2, X_3, X_4	Gresik	X_1, X_2, X_3, X_4
Malang	X_1, X_2, X_3, X_4	Bangkalan	X_1, X_2, X_3, X_4
Lumajang	X_1, X_2, X_3, X_4	Sampang	X_1, X_2, X_3, X_4
Jember	X_1, X_2, X_3, X_4	Pamekasan	X_1, X_2, X_3, X_4
Banyuwangi	X_1, X_2, X_3, X_4	Sumenep	X_1, X_2, X_3, X_4
Bondowoso	X_1, X_2, X_3, X_4	Kota Kediri	X_1, X_2, X_3, X_4

Situbondo	X_1, X_2, X_3, X_4	Kota Blitar	X_1, X_2, X_3, X_4
Probolinggo	X_1, X_2, X_3, X_4	Kota Malang	X_1, X_2, X_3, X_4
Pasuruan	X_1, X_2, X_3, X_4	Kota Probolinggo	X_1, X_2, X_3, X_4
Sidoarjo	X_1, X_2, X_3, X_4	Kota Pasuruan	X_1, X_2, X_3, X_4
Mojokerto	X_1, X_2, X_3, X_4	Kota Mojokerto	X_1, X_2, X_3, X_4
Jombang	X_1, X_2, X_3, X_4	Kota Madiun	X_1, X_2, X_3, X_4
Nganjuk	X_1, X_2, X_3, X_4	Kota Surabaya	X_1, X_2, X_3, X_4
Madiun	X_1, X_2, X_3, X_4	Kota Batu	X_1, X_2, X_3, X_4

Tabel 4.12 menunjukkan bahwa dari 38 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur terdapat 38 wilayah yang signifikan terhadap variabel X_1, X_2, X_3, X_4 dan ditandai dengan warna kuning. Sehingga gambaran peta untuk model GWR pada angka indeks pembangunan manusia di Jawa Timur berdasarkan variabel signifikan adalah sebagai berikut.



Gambar 4.7 Peta Model GWR Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur tahun 2017 berdasarkan Variabel yang Signifikan

4.2.7 Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia dengan MGWR

Langkah selanjutnya setelah mendapatkan estimasi parameter model GWR adalah melakukan analisis terhadap model MGWR. Berdasarkan hasil estimasi GWR menggunakan pembobot Gaussian Kernel, diperoleh 4 variabel yang signifikan secara global yaitu angka harapan hidup (X_1), penduduk miskin (X_2), harapan lama sekolah (X_3), dan pengeluaran perkapita (X_4). Sedangkan variabel yang berpengaruh secara lokal yaitu variabel konsumsi rumah tangga untuk makanan. Adapun tahapan pemodelan MGWR sama dengan langkah pada model GWR, dimana akan dilakukan pengujian signifikansi parameter untuk menentukan parameter mana saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap indeks pembangunan manusia untuk setiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Dimana nanti akan dibandingkan nilai t_{hitung} dengan t_{tabel} untuk menentukan variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap indeks pembangunan manusia. Dimana diperoleh $t_{0,05/2} = 2,03693$, apabila $t_{hitung} > 2,03693$ maka parameter tersebut dianggap signifikan terhadap lokasi pengamatan.

Sebagai contoh akan disajikan pengujian parameter pada lokasi (u_{23}, v_{23}) yaitu Kabupaten Tuban. Adapun hasil estimasi parameter untuk model MGWR dengan menggunakan software GWR4 diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4.13 Uji Signifikansi Parameter Model MGWR Kabupaten Tuban

Parameter	Estimator	t_{hitung}	Signifikansi
$\beta_0(u_{23}, v_{23})$	70,474205	617,069270	Signifikan
γ_1	1,479706	9,706674	Signifikan
γ_2	-0,627919	-3,321681	Signifikan
γ_3	1,329707	7,232903	Signifikan
γ_4	2,486747	10,550348	Signifikan
$\beta_5(u_{23}, v_{23})$	0,465958	2,313011	Signifikan

Tabel 4.13 menunjukkan bahwa terdapat satu variabel lokal yang signifikan yaitu X_5 dan empat variabel global yang signifikan yaitu angka harapan hidup, penduduk miskin, harapan lama sekolah dan pengeluaran perkapita. Sehingga diperoleh hasil estimasi MGWR untuk Kabupaten Tuban sebagai berikut:

$$y_{23} = 70,474205 + 1,479706X_1 - 0,627919X_2 + 1,329707X_3 + 2,486747X_4 + 0,465958X_5$$

Penjelasan yang diperoleh dari model di atas untuk Kabupaten Tuban yaitu, untuk setiap kenaikan 1 tahun angka harapan hidup (X_1) akan menaikkan angka Indeks Pembangunan Manusia sebesar $1,479706 \approx 1,5$ angka dengan asumsi variabel prediktor lainnya konstan. Kemudian setiap penurunan 1% penduduk miskin (X_2) akan meningkatkan IPM sebesar $0,627919 \approx 1$ angka IPM dengan asumsi variabel lainnya konstan. Selanjutnya untuk setiap kenaikan 1 tahun harapan lama sekolah (X_3) akan meningkatkan IPM sebesar $1,329707 \approx 1$ angka IPM dengan asumsi variabel lainnya konstan. IPM akan meningkat sebesar $2,486747 \approx 2,5$ untuk 1 juta kenaikan pengeluaran perkapita (X_4) dengan asumsi variabel lainnya konstan. Kemudian setiap penurunan 1 juta konsumsi rumah tangga untuk makanan (X_5) akan meningkatkan IPM sebesar $0,465958 \approx 0,5$ angka IPM dengan asumsi variabel lainnya konstan.

4.2.8 Pemetaan Angka Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dengan MGWR

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan *software* GWR4, diperoleh variabel yang signifikan untuk model MGWR pada Lampiran 11. Pengujian ini untuk menentukan parameter mana saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap indeks pembangunan manusia untuk setiap kabupaten/kota di Jawa

Timur. Selanjutnya membandingkan nilai t_{hitung} dengan t_{tabel} dimana diperoleh $t_{0,05/2} = 2,03693$ apabila $t_{hitung} > 2,03693$ maka H_0 ditolak. Adapun variabel yang signifikan di setiap kota/kabupaten di Jawa Timur seperti pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.14 Pengelompokan Kabupaten/Kota berdasarkan Variabel Signifikan

Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan	Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan
Pacitan	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Magetan	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5
Ponorogo	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Ngawi	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5
Trenggalek	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Bojonegoro	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5
Tulungagung	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Tuban	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5
Blitar	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Lamongan	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5
Kediri	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Gresik	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5
Malang	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Bangkalan	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5
Lumajang	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Sampang	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5
Jember	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Pamekasan	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5
Banyuwangi	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Sumenep	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5
Bondowoso	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Kota Kediri	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5
Situbondo	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Kota Blitar	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5
Probolinggo	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Kota Malang	X_1, X_2, X_3, X_4
Pasuruan	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Kota Probolinggo	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5
Sidoarjo	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Kota Pasuruan	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5
Mojokerto	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Kota Mojokerto	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5
Jombang	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Kota Madiun	X_1, X_2, X_3, X_4
Nganjuk	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5	Kota Surabaya	X_1, X_2, X_3, X_4
Madiun	X_1, X_2, X_3, X_4	Kota Batu	X_1, X_2, X_3, X_4

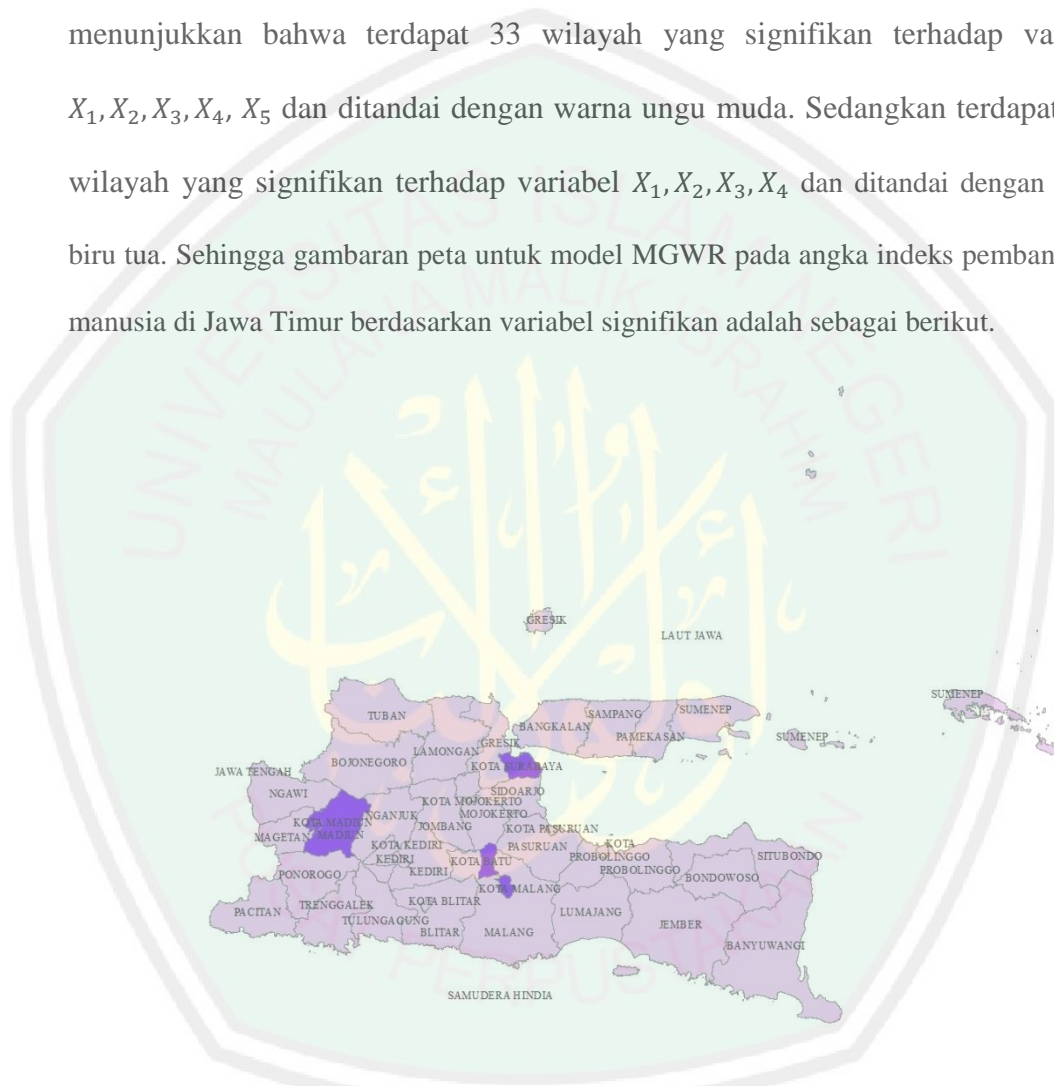
Sehingga dari tabel 4.14 dapat dikelompokkan menjadi

Tabel 4.15 Pengelompokan Wilayah berdasarkan Variabel Signifikan

Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan
Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Tulungagung, Blitar, Kediri, Malang, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Magetan, Ngawi, Bojonegoro, Tuban, Lamongan, Gresik, Bangkalan, Sampang, Pamekasan, Sumenep, Kota Kediri, Kota Blitar, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Mojokerto, Kota Madiun,	X_1, X_2, X_3, X_4, X_5

Madiun, Kota Madiun, Kota Malang, Kota Surabaya, Kota Batu	X_1, X_2, X_3, X_4
--	----------------------

Dari 38 Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur, dapat dibentuk menjadi dua kelompok wilayah berdasarkan variabel yang signifikan. Tabel 4.15 menunjukkan bahwa terdapat 33 wilayah yang signifikan terhadap variabel X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 dan ditandai dengan warna ungu muda. Sedangkan terdapat lima wilayah yang signifikan terhadap variabel X_1, X_2, X_3, X_4 dan ditandai dengan warna biru tua. Sehingga gambaran peta untuk model MGWR pada angka indeks pembangunan manusia di Jawa Timur berdasarkan variabel signifikan adalah sebagai berikut.



Gambar 4.8 Peta Model MGWR Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur tahun 2017 berdasarkan Variabel yang Signifikan

4.2.9 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik berdasarkan kriteria AIC yang dihasilkan pada model tersebut. Dari hasil perhitungan diperoleh nilai AIC sebagai berikut:

Tabel 4.16 Nilai AIC

Model	AIC
GWR	96,354892
MGWR	91,514253

Berdasarkan Tabel 4.16 diperoleh nilai AIC untuk model GWR dan MGWR. Adapun AIC pada model GWR sebesar 96,354892, sedangkan AIC pada model MGWR diperoleh sebesar 91,514253. Sehingga dari kedua model tersebut dapat disimpulkan bahwa nilai AIC model MGWR lebih kecil dibandingkan pada model GWR. Dengan demikian pemodelan angka indeks pembangunan manusia di Jawa Timur dengan pendekatan MGWR merupakan model terbaik.

4.2.10 Kajian Islam tentang Indeks Pembangunan Manusia

Indeks pembangunan manusia menjadi acuan penting untuk kemajuan suatu negara. IPM telah mengalami peningkatan baik di Indonesia maupun beberapa provinsi dengan banyak faktor yang menjadi standar kemajuan. Beberapa faktor tersebut mencakup dalam hal pendidikan, perekonomian, kesehatan maupun kemiskinan. Indikator-indikator tersebut harus selalu dipantau karena sangat berpengaruh bagi kemajuan suatu negara. Sebagaimana yang telah dipaparkan pada bab sebelumnya tentang pentingnya sebuah pendidikan dalam kemajuan negara, maka segi perekonomian juga telah disebutkan oleh Allah dalam Al-Qur'an surat Quraaisy ayat 1-4 yang artinya:

“Karena kebiasaan orang Quraisy, (yaitu) kebiasaan mereka bepergian pada musim dingin ke musim panas, maka hendaklah mereka menyembah Tuhan Pemilik rumah ini (Ka’bah), yang telah memberi makanan kepada mereka untuk menghilangkan lapar dan mengamankan mereka dari ketakutan”

Seorang pengasuh pondok pesantren Said Yusuf Depok mengutarakan bahwa surat Quraisy ini membahas tentang empat indikator kesuksesan atau kesejahteraan. Yang pertama adalah orang sukses merupakan orang yang berkeinginan dan giat bekerja. Kedua, mereka yang beribadah dengan sungguh-sungguh kepada Tuhannya. Ketiga adalah kedaulatan pangan atau makan dapat kita miliki dengan baik, yang berarti orang beriman akan mampu mengendalikan perekonomian dengan baik. Kemudian yang terakhir yaitu adanya ketenangan jiwa dan hati yang teguh.

Berdasarkan pemaparan tersebut, Allah telah menegaskan dalam kalamNya bahwa perekonomian menjadi salah satu kunci utama kesuksesan. Orang yang beriman kepadaNya tidak akan gagal dalam persoalan ekonomi, yang artinya dia akan terhindar dari problematika kelaparan yang akhirnya berdampak pada kemiskinan. Dimana kemiskinan tersebut tak sedikit orang yang terdorong pada perbuatan yang madharat. Sebagaimana dalam sebuah hadits dijelaskan:

“Rasulullah SAW bersabda dalam hadits Abu Na’im: Kemiskinan itu dekat kepada kekufuran”

Maka dari itu, Allah sangat menganjurkan kepada hambanya untuk bekerja dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Orang yang mempunyai keinginan yang kuat untuk berusaha akan terhindar dari kekufuran dan kemadharatan yang lainnya. Disamping itu, semakin minimnya kasus kemiskinan akan semakin menunjang kesehatan seseorang. Tercukupinya pola makan yang bergizi, sehat

jasmani dan rohani, giat beribadah kepada Allah. Dalam surat Al-Muddatsir ayat 4-5 menjelaskan:

“dan pakaianmu bersihkanlah, dan perbuatan dosa tinggalkanlah”

Arti dari kata “pakaian” mempunyai makna majaz antara lain *hati, jiwa, badan, budi pekerti*. Ayat di atas juga bermakna bahwa Allah sangat menganjurkan hambanya untuk berperilaku sehat dengan membiasakan diri dengan kebersihan, menyusikan diri dari dosa dan larangan yang dilakukan. Berperilaku bersih dapat dilihat dari sabda Nabi yang berbunyi kebersihan adalah salah sudut dari iman. Anjuran Allah tentang kebersihan itulah yang menjadikan kesehatan menjadi indikator penting dalam tercapainya kesejahteraan hidup.

Berdasarkan dari pemaparan tentang faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pembangunan manusia tersebut, terbukti jelas bahwa Allah juga sangat menganjurkan hambanya untuk menjalankan sesuai yang diperintahkan. Dari segi pendidikan, ekonomi, maupun kesehatan merupakan indikator penting untuk membangun suatu negara menjadi *baldatun thoyyibatun wa robbun ghofur*.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari uraian pada pemaparan sebelumnya, maka kesimpulan yang didapatkan adalah :

1. Penentuan *bandwidth* optimum dengan menggunakan metode *cross validation* didapatkan hasil yaitu:

$$CV(h) = \sum_{i=1}^n \sigma^2 + E \left(m(X_i) - \hat{m}_{h(\neq i)}(x_i) \right)^2$$

2. CV minimum yang diperoleh dari pemodelan data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Jawa Timur tahun 2017 adalah berpengaruh sebesar 0,654 dan *bandwidth* optimum yang dihasilkan yaitu sebesar 827,555. Adapun Model MGWR untuk data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Jawa Timur tahun 2017 dengan pembobot *Fixed Gaussian Kernel* untuk sampel Kabupaten Tuban adalah:

$$y_{23} = 70,474205 + 1,479706X_1 - 0,627919X_2 + 1,329834X_3 \\ + 2,486747X_4 - 0,108892X_5$$

dengan X_1 = angka harapan hidup, X_2 = persentase penduduk miskin, X_3 = harapan lama sekolah, X_4 = pengeluaran per kapita dan X_5 = konsumsi rumah tangga untuk makanan.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini, beberapa saran yang dapat dijadikan untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan pengujian *bandwidth* menggunakan metode AIC, BIC, maupun GCV serta model yang berbeda.
2. Adanya penambahan variabel dan tahun untuk pemodelan IPM di Provinsi Jawa Timur secara akurat dan signifikan.



DAFTAR RUJUKAN

- Adiningsih, S. 2009. *Statistik*. Yogyakarta: BPFE.
- Al-Mahalli, Imam Jalaluddin dan As-Suyuti. 2007. *Tafsir Jalalain (Terjemahan Bahrin Abubakar)*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Anselin, L. dan Bera, A. 1998. Spatial Dependence In Linear Regression Models With An Introduction To Spatial Econometrics. *Dalam Ullah, A. & Giles, D. Handbook of Applied Economics Statistic*. Selected Reading, pp. 237-289.
- BAPPENAS. 2004. *Strategi Nasional Penanggulangan Kemiskinan*. Jakarta: Sekretariat Kelompok Kerja Makro Penanggulangan Kemiskinan.
- BPS. 2010. *Indeks Pembangunan Manusia*. Surabaya: Badan Pusat Statistik.
- BPS. 2014. *Profil Kemiskinan*. Surabaya: Badan Pusat Statistik.
- BPS. 2014. *Angka Harapan Hidup*. Surabaya: Badan Pusat Statistik.
- BPS. 2016. *Jawa Timur dalam Angka*. Surabaya: Badan Pusat Statistik.
- BPS. 2017. *Jawa Timur dalam Angka*. Surabaya: Badan Pusat Statistik.
- BPS. 2018. *Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Timur Tahun 2017*. Surabaya: Badan Pusat Statistik.
- Boediono. 1994. *Pendidikan, Perubahan Struktural Dan Investasi Di Indonesia*. Prisma.
- Brunsdon C., dkk. 2002. *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationship*. John Wiley and Sons Ltd., England.
- Craven, Pater dan Grace Wahba. 1978. Smoothing Noisy Data With Spline Functions. *Numerische Mathematik*. 31 (4): 377-403.
- Cressie, N. A. C. 1991. *Statistics for Spatial Data*. USA: John Wiley Sons.
- Efferin, Sujoko, dkk. 2008. *Metode Penelitian Akuntansi: Mengungkap Fenomena dengan Pendekatan Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Farihah, Izza. 2017. *Penentuan Hasil Bandwidth Optimum Model Geographically and Temporally Weighted Regression (GTWR) dengan Metode Cross Validation*. Skripsi dipublikasikan. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Fathurahman, M. 2009. Pemilihan Model Regresi Terbaik Menggunakan Metode Akaike's Information Criterion Dan Schwarz Information Criterion. *Jurnal Informatika Mulawarman*. 4: 37– 41.
- Fotheringham, A. S, dkk. 2002. *Geographically Weighted Regression the Analysis of Spatial Varying Relationship*. UK: John Wiley & Sons.

- Gujarati, Damodar. 1991. *Ekonometrika Dasar, Terjemahan*. Jakarta: Erlangga.
- Hardle, W. 1991. *How To Determine The Bandwidth Of Some Nonlinear Smoothers In Practice*. In *Robust And Nonlinear Time Series Analysis* (Heidel-Berg, 1983). 26: 163–184.
- Hastie, T, dkk. 2009. *The Elements Of Statistical Learning: Data Mining, Inference, And Prediction 2nd Edition*. Springer-Verlag.
- Hurvich, Clifford M dan Chih-Ling Tsai. 1989. Regression And Time Series Model Selection In Small Samples. *Biometrika*. 76 (2): 297-307.
- Kartika, Andini Elsa. 2015. *Pemodelan Angka Harapan Hidup di Provinsi Jawa Timur dengan Pendekatan Mixed Geographically Weighted Regression*. Universitas Airlangga Surabaya.
- Katsir, Al-Imam Abul Fida Ismail Ibnu. 2002. *Terjemah Tafsir Ibnu Katsir*. Bandung: Sinar Baru al-Gensindo.
- Jarnasy, Owin. 2004. *Pemberdayaan dan Penanggulangan Kemiskinan*. Jakarta: Belantika.
- Leung Y, Mei CL, dan Zhang WX., 2000, *Statistic Tests for Spatial Non-Stationarity Based on the Geographically Weighted Regression Model, Environment and Planning A*, 32: 9-32.
- Maulani, A. 2013. *Aplikasi Model Geographically Weighted Regression untuk Menentukan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kasus Gizi Buruk Anak Balita di Jawa Barat*. Skripsi tidak dipublikasikan: Universitas Pendidikan Indonesia Bandung.
- Mankiw. N Gregory, dkk. 2000. *Teori Makroekonomi*. Jakarta: Erlangga.
- Mei, C.L. 2005. *Geographically Weighted Regression Technique for Spatial Data Analysis*. School of Science Xi'an Jiatong University.
- Mei, C.L., dkk. 2004. A Note on the Mixed Geographically Weighted Regression Model. *Journal of Regional Science*. 44: 143-157.
- Mosier, Charles I. 1951. Educational and Psychological Measurement. *Sage Journals*. 11 (1): 5-11.
- Pratisto, Arif. 2005. *Cara Mudah Mengatasi Masalah Statistik Dan Rancangan Percobaan Dengan Spss 12*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Putri, Zarmeila. 2018. *Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia Menggunakan Geographically Weighted Regression (GWR) (Studi Kasus: Indeks Pembangunan Manusia di Indonesia Tahun 2016)*. Skripsi dipublikasikan: Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Siegel, Sidney. 1986. *Statistik Non Parametrik untuk Ilmu-ilmu Sosial*, Terjemahan. Jakarta: PT. Gramedia.

- Soerjani, Mohamad, dkk. 1987. *Weeds Of Rice In Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Sugiyono. 2007. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: CV Alfabeta.
- Sujoko, Efferin, dkk. 2008. *Metode Penelitian Akuntansi; Mengungkap Fenomena dengan Pendekatan Kuantitatif Dan Kualitatif*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Sukirno, Sadono. 2008. *Pengantar Teori Makro Ekonomi*. Jakarta: Pt Raja Grafindo Persada.
- Sumarsono, Sonny. 2009. *Teori Dan Kebijakan Publik Ekonomi Sumber Daya Manusia*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suryawati. 2004. *Teori Ekonomi Mikro*. UPP. AMK YKPN. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Syakir, Syaikh Ahmad. 2014. *Mukhtasyar Tafsir Ibnu Katsir*. Jakarta: Darus Sunnah Press.
- Yasin, H. 2013. Uji Hipotesis Model Mixed Geographically Weighted Regression dengan Metode Bootstrap. *Jurnal Statistika*. 2 (1): 528-532.
- Yasin, Hasbi, dkk. 2018. *Pemodelan Pertumbuhan Ekonomi di Provinnsi Banten Menggunakan Mixed Geograpically Weighted Regression*. Departemen Statistika UNDIP. ISSN: 1979-3693.
- Wheeler, D, C. & Antonio P. 2010. Handbook Of Applied Spatial Analysis: Software Tools, Methods And Applications. *Journal Of The Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*. 36 (2): 111-133.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Variabel Penelitian

Kabupaten Kota	Y	X1	X2
Kabupaten Pacitan	66.51	71.31	15.42
Kabupaten Ponorogo	69.26	72.27	11.39
Kabupaten Trenggalek	68.1	73.15	12.96
Kabupaten Tulungagung	71.24	73.53	8.04
Kabupaten Blitar	69.33	72.99	9.8
Kabupaten Kediri	70.47	72.25	12.25
Kabupaten Malang	68.47	72.12	11.04
Kabupaten Lumajang	64.23	69.5	10.87
Kabupaten Jember	64.96	68.54	11
Kabupaten Banyuwangi	69.64	70.19	8.64
Kabupaten Bondowoso	64.75	66.04	14.54
Kabupaten Situbondo	65.68	68.53	13.05
Kabupaten Probolinggo	64.28	66.47	20.52
Kabupaten Pasuruan	66.69	69.9	10.34
Kabupaten Sidoarjo	78.7	73.71	6.23
Kabupaten Mojokerto	72.36	72.1	10.19
Kabupaten Jombang	70.88	71.87	10.48
Kabupaten Nganjuk	70.69	71.11	11.98
Kabupaten Madiun	70.27	70.77	12.28
Kabupaten Magetan	72.6	72.16	10.48
Kabupaten Ngawi	69.27	71.74	14.91
Kabupaten Bojonegoro	67.28	70.83	14.34
Kabupaten Tuban	66.77	70.8	16.87
Kabupaten Lamongan	71.11	71.87	14.42
Kabupaten Gresik	74.84	72.36	12.8
Kabupaten Bangkalan	62.3	69.82	21.32
Kabupaten Sampang	59.9	67.67	23.56
Kabupaten Pamekasan	64.93	67.05	16
Kabupaten Sumenep	64.28	70.71	19.62
Kota Kediri	77.13	73.69	8.49
Kota Blitar	77.1	73.17	8.03
Kota Malang	80.65	72.77	4.17
Kota Probolinggo	72.09	69.86	7.84
Kota Pasuruan	74.39	71.02	7.53
Kota Mojokerto	76.77	72.86	5.73
Kota Madiun	80.13	72.48	4.94
Kota Surabaya	81.07	73.88	5.39
Kota Batu	74.26	72.25	4.31

Lampiran 1 (Lanjutan)

Kabupaten Kota	X3	X4	X5
Kabupaten Pacitan	12.41	8288	406358
Kabupaten Ponorogo	13.7	9107	388689
Kabupaten Trenggalek	12.1	9034	359249
Kabupaten Tulungagung	13.04	10114	404942
Kabupaten Blitar	12.43	9828	402633
Kabupaten Kediri	12.86	10326	408383
Kabupaten Malang	12.56	9356	480986
Kabupaten Lumajang	11.78	8503	365184
Kabupaten Jember	12.79	8698	351840
Kabupaten Banyuwangi	12.68	11438	432350
Kabupaten Bondowoso	12.94	10086	372145
Kabupaten Situbondo	13	9178	337261
Kabupaten Probolinggo	12.06	10239	345817
Kabupaten Pasuruan	12.05	9556	495810
Kabupaten Sidoarjo	14.34	13710	618670
Kabupaten Mojokerto	12.52	12240	554404
Kabupaten Jombang	12.7	10560	455867
Kabupaten Nganjuk	12.83	11560	421446
Kabupaten Madiun	13.12	11012	422919
Kabupaten Magetan	13.72	11288	448957
Kabupaten Ngawi	12.67	10899	387264
Kabupaten Bojonegoro	12.34	9553	454781
Kabupaten Tuban	12.18	9540	461456
Kabupaten Lamongan	13.45	10664	520196
Kabupaten Gresik	13.7	12375	622010
Kabupaten Bangkalan	11.57	8192	396492
Kabupaten Sampang	11.38	8352	396834
Kabupaten Pamekasan	13.61	8311	377797
Kabupaten Sumenep	12.74	8316	536140
Kota Kediri	14.95	11550	515417
Kota Blitar	14.01	12910	530602
Kota Malang	15.39	15939	632530
Kota Probolinggo	13.55	11390	499067
Kota Pasuruan	13.58	12557	577070
Kota Mojokerto	13.81	12804	561386
Kota Madiun	14.2	15415	584040
Kota Surabaya	14.41	16726	758750
Kota Batu	14.03	12057	601888

Lampiran 2: Titik Koordinat Kabupaten Jawa Timur

Kabupaten Kota	u	v
Kabupaten Pacitan	8.11	111.06
Kabupaten Ponorogo	7.52	111.57
Kabupaten Trenggalek	8.02	111.42
Kabupaten Tulungagung	8.03	111.53
Kabupaten Blitar	8.03	112
Kabupaten Kediri	7.47	112.03
Kabupaten Malang	7.59	112.37
Kabupaten Lumajang	8.08	113.13
Kabupaten Jember	8.16	113.32
Kabupaten Banyuwangi	8.1	114.21
Kabupaten Bondowoso	7.54	113.49
Kabupaten Situbondo	7.43	113.56
Kabupaten Probolinggo	7.57	112.92
Kabupaten Pasuruan	7.47	112.74
Kabupaten Sidoarjo	7.27	112.42
Kabupaten Mojokerto	7.32	112.28
Kabupaten Jombang	7.32	112.13
Kabupaten Nganjuk	7.36	111.53
Kabupaten Madiun	7.34	111.26
Kabupaten Magetan	7.39	111.19
Kabupaten Ngawi	7.24	111.26
Kabupaten Bojonegoro	7.09	111.53
Kabupaten Tuban	6.52	112.01
Kabupaten Lamongan	7.07	112.24
Kabupaten Gresik	7.09	112.24
Kabupaten Bangkalan	7.02	112.44
Kabupaten Sampang	7.12	113.15
Kabupaten Pamekasan	7.1	113.28
Kabupaten Sumenep	7	113.51
Kota Kediri	7.49	112
Kota Blitar	8.04	112.09
Kota Malang	7.58	112.38
Kota Probolinggo	7.45	113.12
Kota Pasuruan	7.38	112.54
Kota Mojokerto	7.28	112.25
Kota Madiun	7.37	111.3
Kota Surabaya	7.14	112.44
Kota Batu	7.51	112.31

Keterangan:

X_1 : Angka Harapan Hidup (AHH)

X_2 : Persentase penduduk miskin

X_3 : Harapan Lama Sekolah (HLS)

X_4 : Pengeluaran per kapita

X_5 : Konsumsi rumah tangga untuk makanan

u : *Longitude* atau garis lintang selatan

v : *Latitude* atau garis lintang bujur



Lampiran 3: Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

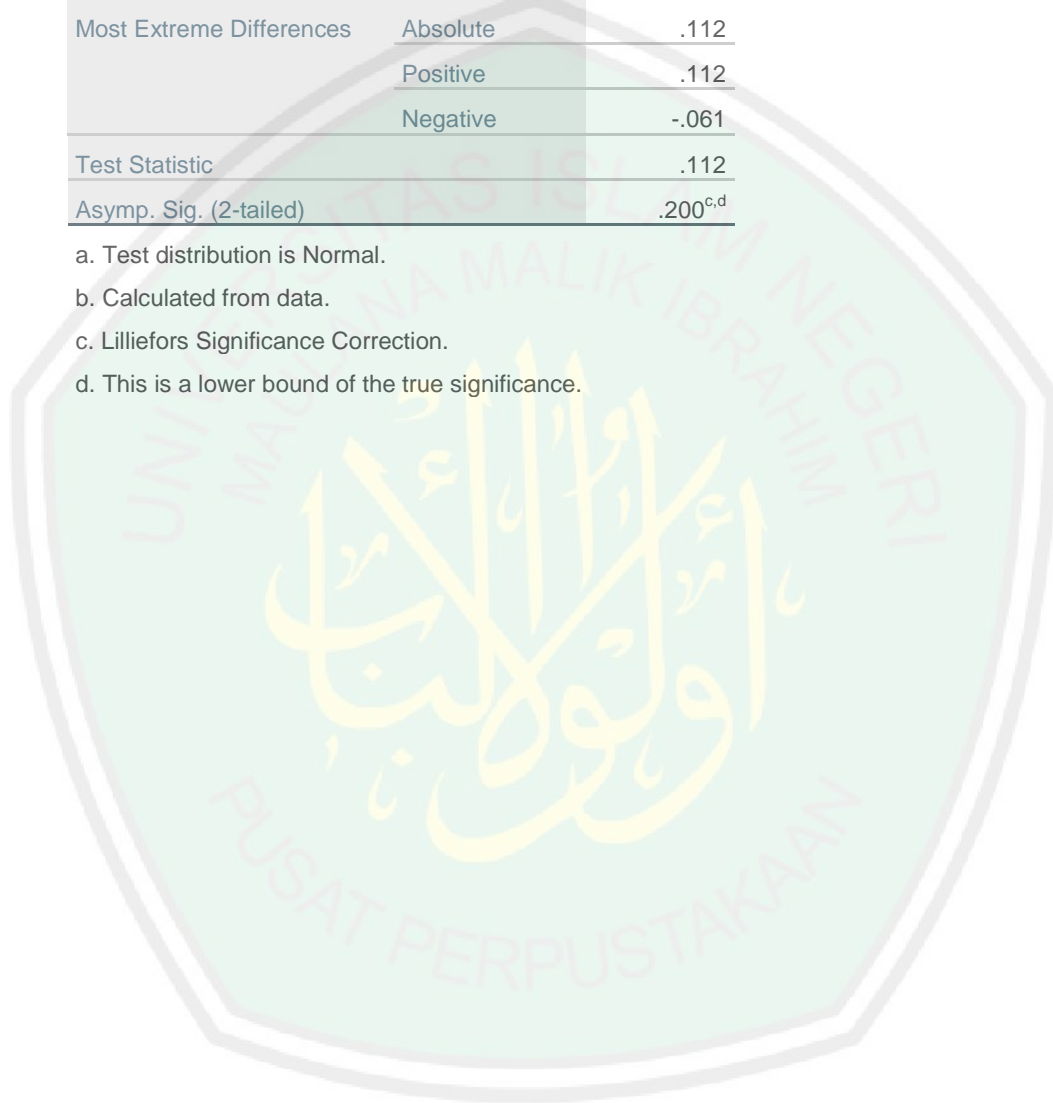
		Abs_RES
N		38
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.5455
	Std. Deviation	.34943
Most Extreme Differences	Absolute	.112
	Positive	.112
	Negative	-.061
Test Statistic		.112
Asymp. Sig. (2-tailed)		.200 ^{c,d}

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

c. Lilliefors Significance Correction.

d. This is a lower bound of the true significance.



Lampiran 4: Uji Heterogenitas Spasial

Run MATRIX procedure:

written by Ahmad Daryanto

Original Regression model:

Dependent variable
Y

R-square
.985

OLS Output

	b	se	t	sig
constant	-13.641	6.091	-2.240	.032
X1	.745	.077	9.713	.000
X2	-.138	.041	-3.321	.002
X3	1.495	.207	7.236	.000
X4	.001	.000	10.558	.000
X5	.000	.000	-.095	.925

----- ANOVA TABLE -----

	SS	df	MS	F	Sig
Model	1028.614	5.000	205.723	415.998	.000
Residual	15.825	32.000	.495	-999.000	-999.000

Breusch-Pagan and Koenker test

The tests use the residuals from the above OLS

OLS output

	b	se	t	sig
constant	-6.106	7.909	-.772	.446
X1	-.073	.100	-.732	.469
X2	.084	.054	1.563	.128
X3	.608	.268	2.265	.030
X4	.000	.000	.841	.406
X5	.000	.000	1.533	.135

R-square
.485

----- ANOVA TABLE -----

	SS	df	MS	F	Sig
Model	25.110	5.000	5.022	6.022	.000
Residual	26.685	32.000	.834	-999.000	-999.000

----- Breusch-Pagan and Koenker test statistics and sig-values -

	LM	Sig
BP	12.555	.028
Koenker	18.422	.002

Null hypothesis: heteroskedasticity not present (homoskedasticity)

if sig-value less than 0.05, reject the null hypothesis

Note: Breusch-Pagan test is a large sample test and assumes the residuals to be normally distributed

----- END MATRIX -----



Lampiran 5: Uji Heteroskedastisitas

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-.954	2.454		-.389	.700		
	AHH	-.030	.031	-.175	-.972	.338	.546	1.832
	penduduk miskin	.022	.017	.292	1.292	.206	.349	2.868
	HLS	.198	.083	.520	2.373	.024	.370	2.705
	pengeluaran perkapita	1.426E-5	.000	.088	.308	.760	.219	4.557
	konsumsi rumah tangga untuk makanan	1.371E-6	.000	.388	1.591	.121	.298	3.352

a. Dependent Variable: Abs_RES

Lampiran 6: Uji Multikolinearitas

		Correlations					pengeluaran perkapita	konsumsi rumah tangga untuk makanan
		IPM	AHH	penduduk miskin	HLS			
Pearson Correlation	IPM	1.000	.744	-.833	.854	.921	.800	
	AHH	.744	1.000	-.612	.493	.526	.572	
	penduduk miskin	-.833	-.612	1.000	-.707	-.723	-.580	
	HLS	.854	.493	-.707	1.000	.753	.660	
	pengeluaran perkapita	.921	.526	-.723	.753	1.000	.812	
	konsumsi rumah tangga untuk makanan	.800	.572	-.580	.660	.812	1.000	
	Sig. (1-tailed)	IPM	.	.000	.000	.000	.000	.000
	AHH	.000	.	.000	.001	.000	.000	
	penduduk miskin	.000	.000	.	.000	.000	.000	
	HLS	.000	.001	.000	.	.000	.000	
	pengeluaran perkapita	.000	.000	.000	.000	.	.000	
	konsumsi rumah tangga untuk makanan	.000	.000	.000	.000	.000	.	
N	IPM	38	38	38	38	38	38	
	AHH	38	38	38	38	38	38	
	penduduk miskin	38	38	38	38	38	38	

HLS	38	38	38	38	38	38
pengeluaran perkapita	38	38	38	38	38	38
konsumsi rumah tangga untuk makanan	38	38	38	38	38	38

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized	t	Sig.	Collinearity Statistics	
		B	Std. Error	Coefficients Beta			Tolerance	VIF
1	(Constant)	-13.641	6.091		-2.240	.032		
	AHH	.745	.077	.286	9.713	.000	.546	1.832
	penduduk miskin	-.138	.041	-.122	-3.321	.002	.349	2.868
	HLS	1.495	.207	.259	7.236	.000	.370	2.705
	pengeluaran perkapita	.001	.000	.490	10.558	.000	.219	4.557
	konsumsi rumah tangga untuk makanan	-2.025E-7	.000	-.004	-.095	.925	.298	3.352

a. Dependent Variable: IPM

Lampiran 7: Model Regresi Linier dengan Variabel Signifikan

		Coefficients ^a					Collinearity Statistics	
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Tolerance	VIF
Model		B	Std. Error	Beta				
1	(Constant)	-13.453	5.670		-2.373	.024		
	AHH	.742	.071	.285	10.391	.000	.610	1.640
	penduduk miskin	-.138	.040	-.123	-3.452	.002	.362	2.766
	HLS	1.492	.202	.259	7.403	.000	.377	2.655
	pengeluaran perkapita	.001	.000	.488	13.559	.000	.355	2.817

a. Dependent Variable: IPM

Lampiran 8: Output model GWR

```

Semiparametric Geographically Weighted Regression *
*
*           Release 1.0.90 (GWR 4.0.90)
*
*           12 May 2015
*
*           (Originally coded by T. Nakaya: 1 Nov 2009)
*
*
*           Tomoki Nakaya(1), Martin Charlton(2), Chris Brunson (2)
*
*           Paul Lewis (2), Jing Yao (3), A Stewart Fotheringham (4)
*
*           (c) GWR4 development team
*
* (1) Ritsumeikan University, (2) National University of Ireland,
Maynooth, *
*           (3) University of Glasgow, (4) Arizona State University
*
*****
****

Program began at 27/11/2019 17:43:01

*****
****

Session:
Session control file: F:\STUDY IFUD\semester 8\NEW\BISMILLAH DATA IPM
JATIM NEW 2017\BISMILLAH DATA IPM NEW 2017.ctl
*****
****

Data filename: F:\STUDY IFUD\semester 8\NEW\BISMILLAH DATA IPM JATIM NEW
2017\BISMILLAH DATA IPM NEW 2017.csv
Number of areas/points: 39

Model settings-----
Model type: Gaussian
Geographic kernel: fixed Gaussian
Method for optimal bandwidth search: Golden section search
Criterion for optimal bandwidth: CV
Number of varying coefficients: 6
Number of fixed coefficients: 0

Modelling options-----
Standardisation of independent variables: On
Testing geographical variability of local coefficients: OFF
Local to Global Variable selection: OFF
Global to Local Variable selection: OFF
Prediction at non-regression points: OFF

Variable settings-----
Area key: field1: Kab/Kota
Easting (x-coord): field8 : u
Northing (y-coord): field9: v
Lat-lon coordinates: Spherical distance
Dependent variable: field2: Y
Offset variable is not specified
Intercept: varying (Local) intercept
Independent variable with varying (Local) coefficient: field3: X1
Independent variable with varying (Local) coefficient: field4: X2
Independent variable with varying (Local) coefficient: field5: X3
Independent variable with varying (Local) coefficient: field6: X4
Independent variable with varying (Local) coefficient: field7: X5

```


Global regression result

< Diagnostic information >

Residual sum of squares: 18.272839
 Number of parameters: 6
 (Note: this num does not include an error variance term for a Gaussian model)
 ML based global sigma estimate: 0.684496
 Unbiased global sigma estimate: 0.744125
 -2 log-likelihood: 81.109515
 Classic AIC: 95.109515
 AICc: 98.722418
 BIC/MDL: 106.754446
 CV: 5.460455
 R square: 0.996885
 Adjusted R square: 0.996301

Variable	Estimate	Standard Error	t (Est/SE)
Intercept	70.482199	0.120741	583.744982
X1	1.176772	0.071904	16.365882
X2	-0.890799	0.155928	-5.712905
X3	1.169335	0.178833	6.538715
X4	2.433811	0.248017	9.813065
X5	0.128460	0.205156	0.626156

GWR (Geographically weighted regression) bandwidth selection

Bandwidth search <golden section search>

Limits: 32.115, 6335.52055841854

Golden section search begins...

Initial values

pL	Bandwidth:	684.598	Criterion:	0.655	
p1	Bandwidth:	804.885	Criterion:	0.654	
p2	Bandwidth:	879.226	Criterion:	∞	
pU	Bandwidth:	999.513	Criterion:	∞	
iter	1 (p1)	Bandwidth:	804.885	Criterion:	0.654 Diff:
74.341					
iter	2 (p2)	Bandwidth:	804.885	Criterion:	0.654 Diff:
45.945					
iter	3 (p1)	Bandwidth:	804.885	Criterion:	0.654 Diff:
28.396					
iter	4 (p2)	Bandwidth:	804.885	Criterion:	0.654 Diff:
17.550					
iter	5 (p2)	Bandwidth:	815.731	Criterion:	0.654 Diff:
10.846					
iter	6 (p2)	Bandwidth:	822.435	Criterion:	0.654 Diff:
6.703					
iter	7 (p2)	Bandwidth:	826.577	Criterion:	0.654 Diff:
4.143					
iter	8 (p1)	Bandwidth:	826.577	Criterion:	0.654 Diff:
2.560					
iter	9 (p2)	Bandwidth:	826.577	Criterion:	0.654 Diff:
1.582					

```

iter 10 (p2) Bandwidth: 827.555 Criterion: 0.654 Diff:
0.978
iter 11 (p1) Bandwidth: 827.555 Criterion: 0.654 Diff:
0.604
Best bandwidth size 827.555
Minimum CV 0.654

```

```

*****
****
GWR (Geographically weighted regression) result
*****
****

```

```

Bandwidth and geographic ranges
Bandwidth size: 827.555488
Coordinate      Min      Max      Range
-----
X-coord         0.000000 8.160000 492.490127
Y-coord         0.000000 114.210000 12699.590498
(Note: Ranges are shown in km.)

```

```

Diagnostic information
Residual sum of squares: 15.792827
Effective number of parameters (model: trace(S)):
7.040606
Effective number of parameters (variance: trace(S'S)):
7.000506
Degree of freedom (model: n - trace(S)):
31.959394
Degree of freedom (residual: n - 2trace(S) + trace(S'S)):
31.919293
ML based sigma estimate: 0.636352
Unbiased sigma estimate: 0.703402
-2 log-likelihood: 75.420980
Classic AIC: 91.502193
AICc: 96.354892
BIC/MDL: 104.878237
CV: 0.654195
R square: 0.997308
Adjusted R square: 0.996692

```

```

*****
<< Geographically varying (Local) coefficients >>
*****
Estimates of varying coefficients have been saved in the following file.
Listwise output file: F:\STUDY IFUD\semester 8\NEW\BISMILLAH DATA IPM
JATIM NEW 2017\BISMILLAH DATA IPM NEW 2017_listwise.csv

```

Summary statistics for varying (Local) coefficients

Variable	Mean	STD
Intercept	68.667171	11.139286
X1	1.442011	0.233926
X2	-0.611614	0.099217
X3	1.295810	0.210210
X4	2.423513	0.393148
X5	-0.018945	0.003956

Variable	Min	Max	Range
Intercept	0.000000	70.476217	70.476217
X1	0.000000	1.481770	1.481770
X2	-0.628122	0.000000	0.628122
X3	0.000000	1.332083	1.332083
X4	0.000000	2.490385	2.490385
X5	-0.025525	0.000000	0.025525

Variable	Lwr Quartile	Median	Upr Quartile
Intercept	70.472904	70.474281	70.475422
X1	1.479267	1.479873	1.480527
X2	-0.627843	-0.627693	-0.627538
X3	1.329044	1.329816	1.330584
X4	2.486040	2.487163	2.488269
X5	-0.021405	-0.019240	-0.016878

Variable	Interquartile R	Robust STD
Intercept	0.002517	0.001866
X1	0.001261	0.000935
X2	0.000305	0.000226
X3	0.001540	0.001142
X4	0.002229	0.001653
X5	0.004527	0.003356

(Note: Robust STD is given by (interquartile range / 1.349))

GWR ANOVA Table

Source	SS	DF	MS
F			
Global Residuals	18.273	33.000	
GWR Improvement	2.480	1.081	2.295
GWR Residuals 4.638087	15.793	31.919	0.495

Program terminated at 27/11/2019 17:43:02

Lampiran 9: Output Model MGWR

```
Semiparametric Geographically Weighted Regression *
*
*           Release 1.0.90 (GWR 4.0.90)
*
*           12 May 2015
*
*           (Originally coded by T. Nakaya: 1 Nov 2009)
*
*
*           Tomoki Nakaya(1), Martin Charlton(2), Chris Brunson (2)
*
*           Paul Lewis (2), Jing Yao (3), A Stewart Fotheringham (4)
*
*           (c) GWR4 development team
*
* (1) Ritsumeikan University, (2) National University of Ireland,
Maynooth, *
*           (3) University of Glasgow, (4) Arizona State University
*
*****
****

Program began at 30/11/2019 22:52:38

*****
****

Session:
Session control file: F:\STUDY IFUD\semester 8\data\BISMILLAH DATA IPM
NEW 2017.ct1
*****
****

Data filename: F:\STUDY IFUD\semester 8\data\BISMILLAH DATA IPM NEW
2017.csv
Number of areas/points: 39

Model settings-----
Model type: Gaussian
Geographic kernel: fixed Gaussian
Method for optimal bandwidth search: Golden section search
Criterion for optimal bandwidth: CV
Number of varying coefficients: 5
Number of fixed coefficients: 1

Modelling options-----
Standardisation of independent variables: On
Testing geographical variability of local coefficients: OFF
Local to Global Variable selection: OFF
Global to Local Variable selection: OFF
Prediction at non-regression points: OFF

Variable settings-----
Area key: field1: Kab/Kota
Easting (x-coord): field8 : u
Northing (y-coord): field9: v
Lat-lon coordinates: Spherical distance
Dependent variable: field2: Y
Offset variable is not specified
Intercept: varying (Local) intercept
Independent variable with varying (Local) coefficient: field3: X1
Independent variable with varying (Local) coefficient: field4: X2
Independent variable with varying (Local) coefficient: field5: X3
Independent variable with varying (Local) coefficient: field6: X4
Independent variable with fixed (Global) coefficient: field7: X5
```


Global regression result

< Diagnostic information >

Residual sum of squares: 18.272839
 Number of parameters: 6
 (Note: this num does not include an error variance term for a Gaussian model)
 ML based global sigma estimate: 0.684496
 Unbiased global sigma estimate: 0.744125
 -2 log-likelihood: 81.109515
 Classic AIC: 95.109515
 AICc: 98.722418
 BIC/MDL: 106.754446
 CV: 5.460455
 R square: 0.996885
 Adjusted R square: 0.996301

Variable	Estimate	Standard Error	t (Est/SE)
Intercept	70.482199	0.120741	583.744982
X1	1.176772	0.071904	16.365882
X2	-0.890799	0.155928	-5.712905
X3	1.169335	0.178833	6.538715
X4	2.433811	0.248017	9.813065
X5	0.128460	0.205156	0.626156

GWR (Geographically weighted regression) bandwidth selection

Bandwidth search <golden section search>

Limits: 9.86728042798852E-313, 6335.52055841854

Golden section search begins...

Initial values

pL	Bandwidth:	459.791	Criterion:	0.657	
p1	Bandwidth:	787.234	Criterion:	∞	
p2	Bandwidth:	989.605	Criterion:	0.654	
pU	Bandwidth:	1317.049	Criterion:	594.039	
iter	1 (p2)	Bandwidth:	989.605	Criterion:	0.654 Diff:
202.371					
iter	2 (p1)	Bandwidth:	989.605	Criterion:	0.654 Diff:
125.072					
iter	3 (p2)	Bandwidth:	989.605	Criterion:	0.654 Diff:
77.299					
iter	4 (p2)	Bandwidth:	1037.379	Criterion:	0.654 Diff:
47.773					
iter	5 (p1)	Bandwidth:	1037.379	Criterion:	0.654 Diff:
29.526					
iter	6 (p2)	Bandwidth:	1037.379	Criterion:	0.654 Diff:
18.248					
iter	7 (p2)	Bandwidth:	1048.656	Criterion:	0.654 Diff:
11.278					
iter	8 (p1)	Bandwidth:	1048.656	Criterion:	0.654 Diff:
6.970					
iter	9 (p2)	Bandwidth:	1048.656	Criterion:	0.654 Diff:
4.308					

```

iter 10 (p1) Bandwidth: 1048.656 Criterion: 0.654 Diff:
2.662
iter 11 (p2) Bandwidth: 1048.656 Criterion: 0.654 Diff:
1.645
iter 12 (p1) Bandwidth: 1048.656 Criterion: 0.654 Diff:
1.017
iter 13 (p2) Bandwidth: 1048.656 Criterion: 0.654 Diff:
0.628
iter 14 (p1) Bandwidth: 1048.656 Criterion: 0.654 Diff:
0.388
iter 15 (p2) Bandwidth: 1048.656 Criterion: 0.654 Diff:
0.240
iter 16 (p1) Bandwidth: 1048.656 Criterion: 0.654 Diff:
0.148
iter 17 (p2) Bandwidth: 1048.656 Criterion: 0.654 Diff:
0.092
iter 18 (p1) Bandwidth: 1048.656 Criterion: 0.654 Diff:
0.057
Best bandwidth size 1048.656
Minimum CV 0.654

```

```

*****
****
GWR (Geographically weighted regression) result
*****
****

```

```

Bandwidth and geographic ranges
Bandwidth size: 1048.656422
Coordinate Min Max Range
-----
X-coord 0.000000 8.160000 492.490127
Y-coord 0.000000 114.210000 12699.590498
(Note: Ranges are shown in km.)

```

```

Diagnostic information
Residual sum of squares: 15.813801
Effective number of parameters (model: trace(S)):
7.019976
Effective number of parameters (variance: trace(S'S)):
7.000157
Degree of freedom (model: n - trace(S)):
31.980024
Degree of freedom (residual: n - 2trace(S) + trace(S'S)):
31.960206
ML based sigma estimate: 0.636775
Unbiased sigma estimate: 0.703418
-2 log-likelihood: 75.472740
Classic AIC: 91.512692
AICc: 96.338571
BIC/MDL: 104.854416
CV: 0.654132
R square: 0.997305
Adjusted R square: 0.996692

```

```

*****
<< Fixed (Global) coefficients >>
*****

```

Variable	Estimate	Standard Error	t(Estimate/SE)
X5	-0.018368	0.205014	-0.089594

```

*****
<< Geographically varying (Local) coefficients >>
*****

```

Estimates of varying coefficients have been saved in the following file.

Listwise output file: F:\STUDY IFUD\semester 8\data\BISMILLAH DATA
IPM NEW 2017_listwise.csv

Summary statistics for varying (Local) coefficients

Variable	Mean	STD
Intercept	68.666825	11.139230
X1	1.441937	0.233503
X2	-0.611740	0.099238
X3	1.295788	0.210205
X4	2.422942	0.393053

Variable	Min	Max	Range
Intercept	0.000000	70.475119	70.475119
X1	0.002530	1.480018	1.477488
X2	-0.628567	0.000000	0.628567
X3	0.000000	1.330784	1.330784
X4	0.000000	2.487342	2.487342

Variable	Lwr Quartile	Median	Upr Quartile
Intercept	70.473026	70.473898	70.474618
X1	1.479763	1.479801	1.479853
X2	-0.628064	-0.627849	-0.627486
X3	1.329546	1.329846	1.330164
X4	2.486406	2.486700	2.487024

Variable	Interquartile R	Robust STD
Intercept	0.001593	0.001181
X1	0.000090	0.000067
X2	0.000579	0.000429
X3	0.000618	0.000458
X4	0.000618	0.000458

(Note: Robust STD is given by (interquartile range / 1.349))

GWR ANOVA Table

Source	SS	DF	MS
F			
Global Residuals	18.273	33.000	
GWR Improvement	2.459	1.040	2.365
GWR Residuals	15.814	31.960	0.495
4.779595			

.....

Lampiran 10: Nilai t hitung model GWR

Kab/Kota	t_intercept	t_X1	t_X2	t_X3	t_X4	t_X5
Pacitan	617.136326	9.705764	-3.319023	7.229214	10.548961	-0.082291
Ponorogo	617.142740	9.707534	-3.320094	7.231285	10.551422	-0.087504
Trenggalek	617.141409	9.707163	-3.319407	7.230730	10.550772	-0.085837
Tulungagung	617.142497	9.707599	-3.319478	7.231188	10.551309	-0.086902
Blitar	617.144625	9.709409	-3.319809	7.233090	10.553490	-0.091467
Kediri	617.144614	9.709272	-3.320487	7.233131	10.553533	-0.091995
Malang	617.143485	9.710593	-3.320570	7.234467	10.555009	-0.095242
Lumajang	617.132996	9.713544	-3.320402	7.237329	10.558008	-0.102364
Jember	617.128671	9.714241	-3.320393	7.238005	10.558678	-0.104154
Banyuwangi	617.099649	9.717172	-3.320814	7.240928	10.561355	-0.112714
Bondowoso	617.124633	9.714524	-3.321244	7.238497	10.559134	-0.106072
Situbondo	617.122753	9.714707	-3.321414	7.238717	10.559339	-0.106793
Probolinggo	617.137130	9.712567	-3.320919	7.236506	10.557163	-0.100568
Pasuruan	617.139855	9.711880	-3.320939	7.235835	10.556467	-0.098872
Sidoarjo	617.143178	9.710628	-3.320983	7.234610	10.555160	-0.095858
Mojokerto	617.144010	9.710136	-3.320833	7.234082	10.554587	-0.094481
Jombang	617.144506	9.709579	-3.320732	7.233501	10.553945	-0.093026
Nganjuk	617.142352	9.707307	-3.320247	7.231097	10.551204	-0.087177
Madiun	617.139213	9.706237	-3.320055	7.229966	10.549868	-0.084553
Magetan	617.138202	9.705980	-3.319941	7.229676	10.549522	-0.083851
Ngawi	617.139174	9.706193	-3.320168	7.229951	10.549852	-0.084592
Bojonegoro	617.142275	9.707186	-3.320556	7.231057	10.551157	-0.087281
Taban	617.144520	9.708755	-3.321584	7.232903	10.553271	-0.092161

Lamongan	617.144190	9.709872	-3.321102	7.233890	10.554373	-0.094192
Gresik	617.144190	9.709881	-3.321078	7.233893	10.554376	-0.094184
Bangkalan	617.143059	9.710583	-3.321294	7.234647	10.555197	-0.096151
Sampang	617.133017	9.713155	-3.321595	7.237256	10.557911	-0.102976
Pamekasan	617.130178	9.713593	-3.321689	7.237707	10.558356	-0.104237
Sumenep	617.124436	9.714325	-3.321928	7.238479	10.559099	-0.106493
Kediri	617.144611	9.709168	-3.320442	7.233015	10.553403	-0.091696
Blitar	617.144567	9.709753	-3.319857	7.233446	10.553889	-0.092335
Malang	617.143421	9.710625	-3.320588	7.234504	10.555049	-0.095343
Probolinggo	617.133480	9.713211	-3.321173	7.237202	10.557865	-0.102549
Pasuruan	617.142155	9.711117	-3.320927	7.235079	10.555666	-0.096975
Mojokerto	617.144144	9.710007	-3.320860	7.233961	10.554453	-0.094207
Madiun	617.139773	9.706408	-3.320053	7.230139	10.550074	-0.084932
Surabaya	617.143045	9.710640	-3.321151	7.234665	10.555219	-0.096104
Batu	617.143847	9.710335	-3.320627	7.234226	10.554746	-0.094694

Lampiran 11: Estimasi parameter model GWR

Kota/Kab	est intercept	ext_X1	ext_X2	ext_X3	ext_X4
Pacitan	70.485938	1.473907	-0.625371	1.323529	2.476399
Ponorogo	70.482586	1.473982	-0.628351	1.324721	2.474140
Trenggalek	70.483516	1.474185	-0.626904	1.324443	2.475041
Tulungagung	70.482756	1.474279	-0.627311	1.324735	2.474665
Blitar	70.479447	1.474575	-0.629129	1.326004	2.473087
Kediri	70.479354	1.474221	-0.630239	1.325950	2.472557
Malang	70.476857	1.474423	-0.631361	1.326929	2.471570
Lumajang	70.470993	1.474789	-0.633428	1.329284	2.469747
Jember	70.469484	1.474800	-0.634012	1.329889	2.469303
Banyuwangi	70.462217	1.474244	-0.637545	1.332750	2.467111
Bondowoso	70.468275	1.474298	-0.635847	1.330250	2.468362
Situbondo	70.467741	1.474188	-0.636329	1.330439	2.468096
Probolinggo	70.472732	1.474461	-0.633558	1.328519	2.469923
Pasuruan	70.474126	1.474396	-0.633033	1.327962	2.470363
Sidoarjo	70.476565	1.474220	-0.632133	1.326988	2.471168
Mojokerto	70.477581	1.474217	-0.631490	1.326606	2.471642
Jombang	70.478670	1.474165	-0.630898	1.326188	2.472119
Nganjuk	70.482899	1.473851	-0.628471	1.324577	2.474158
Madiun	70.484751	1.473617	-0.627451	1.323867	2.475099
Magetan	70.485213	1.473585	-0.627094	1.323698	2.475389
Ngawi	70.484774	1.473554	-0.627621	1.323843	2.475025
Bojonegoro	70.482962	1.473678	-0.628934	1.324511	2.473957
Tuban	70.479738	1.473588	-0.631825	1.325651	2.471904

Lamongan	70.477934	1.474038	-0.631776	1.326429	2.471576
Gresik	70.477929	1.474051	-0.631741	1.326435	2.471592
Bangkalan	70.476481	1.474056	-0.632660	1.326979	2.470913
Sampang	70.471068	1.474113	-0.635296	1.329086	2.468927
Pamekasan	70.470055	1.474064	-0.635847	1.329476	2.468560
Sumenep	70.468257	1.473905	-0.636944	1.330159	2.467880
Kediri	70.479564	1.474221	-0.630086	1.325873	2.472671
Blitar	70.478798	1.474624	-0.629461	1.326255	2.472804
Malang	70.476786	1.474419	-0.631418	1.326954	2.471532
Probolinggo	70.471217	1.474350	-0.634566	1.329086	2.469270
Pasuruan	70.475649	1.474316	-0.632409	1.327359	2.470887
Mojokerto	70.477809	1.474181	-0.631443	1.326512	2.471706
Madiun	70.484473	1.473671	-0.627556	1.323977	2.474978
Surabaya	70.476450	1.474137	-0.632445	1.327010	2.471006
Batu	70.477316	1.474353	-0.631269	1.326739	2.471695

Lampiran 12: Nilai t hitung model MGWR

Kabupaten Kota	t_intercept	t_X1	t_X2	t_X3	t_X4	t_X5
Kabupaten Pacitan	617.060287	9.706824	-3.317112	7.229102	10.552543	2.638438
Kabupaten Ponorogo	617.067274	9.706955	-3.319232	7.230554	10.551521	-2.805701
Kabupaten Trenggalek	617.065818	9.707120	-3.318197	7.230203	10.551973	2.068540
Kabupaten Tulungagung	617.067009	9.707223	-3.318478	7.230535	10.551805	-2.458770
Kabupaten Blitar	617.069397	9.707588	-3.319711	7.231887	10.551025	-2.465876
Kabupaten Kediri	617.069386	9.707269	-3.320515	7.231857	10.550725	2.316396
Kabupaten Malang	617.068261	9.707549	-3.321239	7.232794	10.550159	-2.113208
Kabupaten Lumajang	617.057257	9.708177	-3.322472	7.234753	10.548856	-2.246069
Kabupaten Jember	617.052693	9.708279	-3.322818	7.235195	10.548482	-2.532254
Kabupaten Banyuwangi	617.022014	9.708301	-3.324967	7.236962	10.546354	-2.551717
Kabupaten Bondowoso	617.048418	9.707906	-3.324081	7.235427	10.547810	-2.298270
Kabupaten Situbondo	617.046428	9.707843	-3.324401	7.235550	10.547599	-2.421516
Kabupaten Probolinggo	617.061606	9.707783	-3.322651	7.234157	10.549063	2.859665
Kabupaten Pasuruan	617.064470	9.707651	-3.322336	7.233703	10.549385	2.185447
Kabupaten Sidoarjo	617.067940	9.707377	-3.321787	7.232856	10.549922	2.350065
Kabupaten Mojokerto	617.068797	9.707331	-3.321361	7.232501	10.550207	2.246398
Kabupaten Jombang	617.069293	9.707242	-3.320971	7.232099	10.550481	2.729503
Kabupaten Nganjuk	617.066848	9.706826	-3.319326	7.230404	10.551517	-2.103987
Kabupaten Madiun	617.063425	9.706575	-3.318617	7.229582	10.551925	2.002670
Kabupaten Magetan	617.062326	9.706537	-3.318363	7.229374	10.552050	-2.176346
Kabupaten Ngawi	617.063383	9.706516	-3.318741	7.229561	10.551883	-2.554603

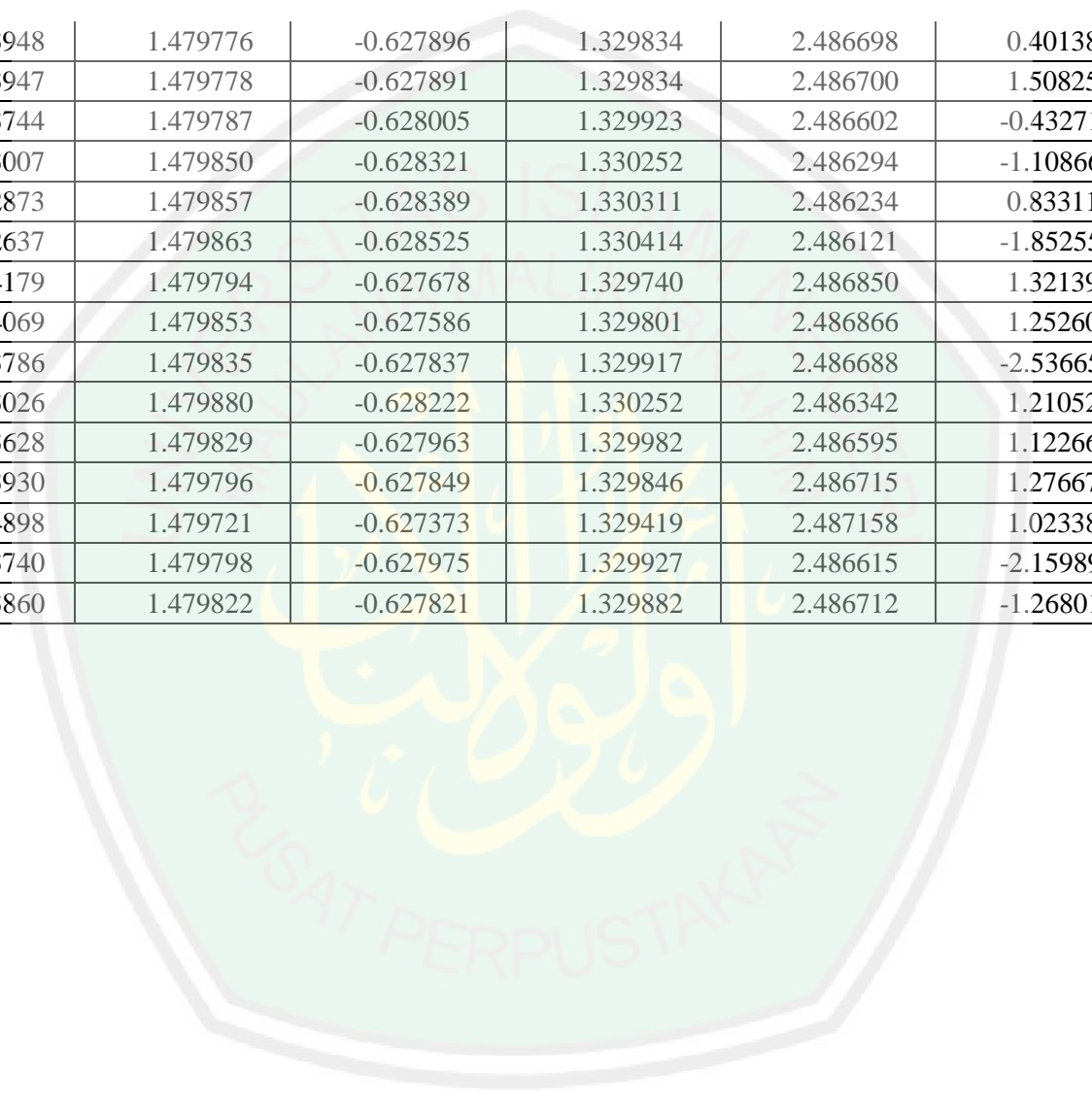
Kabupaten Bojonegoro	617.066764	9.706666	-3.319666	7.230348	10.551401	2.195184
Kabupaten Tuban	617.069270	9.706674	-3.321681	7.231598	10.550348	2.313011
Kabupaten Lamongan	617.068977	9.707154	-3.321582	7.232341	10.550171	2.267984
Kabupaten Gresik	617.068977	9.707166	-3.321556	7.232345	10.550180	2.978352
Kabupaten Bangkalan	617.067814	9.707231	-3.322167	7.232853	10.549773	-2.277555
Kabupaten Sampang	617.057264	9.707564	-3.323828	7.234590	10.548370	-2.676677
Kabupaten Pamekasan	617.054267	9.707581	-3.324176	7.234875	10.548077	2.485316
Kabupaten Sumenep	617.048199	9.707554	-3.324874	7.235347	10.547514	-2.064923
Kota Kediri	617.069376	9.707261	-3.320411	7.231779	10.550787	2.797892
Kota Blitar	617.069357	9.707656	-3.319930	7.232137	10.550871	2.847563
Kota Malang	617.068194	9.707548	-3.321277	7.232818	10.550136	-1.556969
Kota Probolinggo	617.057758	9.707769	-3.323307	7.234595	10.548586	2.802947
Kota Pasuruan	617.066877	9.707505	-3.321950	7.233186	10.549740	2.749501
Kota Mojokerto	617.068933	9.707289	-3.321335	7.232413	10.550245	2.864917
Kota Madiun	617.064033	9.706629	-3.318689	7.229711	10.551878	1.649436
Kota Surabaya	617.067801	9.707306	-3.322009	7.232879	10.549826	-1.262040
Kota Batu	617.068632	9.707466	-3.321190	7.232620	10.550236	-0.800554

PUSAT PERPUSTAKAAN

Lampiran 13: Estimasi parameter model MGWR

Kab/Kota	est intercept	ext_X1	ext_X2	ext_X3	ext_X4	ext_X5
Pacitan	70.475119	1.479763	-0.627084	1.329337	2.487342	0.950757
Ponorogo	70.474618	1.479759	-0.627466	1.329546	2.487049	-1.267678
Trenggalek	70.474756	1.479790	-0.627275	1.329496	2.487168	0.108187
Tulungagung	70.474643	1.479801	-0.627325	1.329547	2.487119	-0.707522
Blitar	70.474162	1.479844	-0.627546	1.329760	2.486906	-0.711928
Kediri	70.474149	1.479795	-0.627698	1.329753	2.486834	0.468474
Malang	70.473796	1.479835	-0.627830	1.329913	2.486693	-0.170585
Lumajang	70.472994	1.479941	-0.628064	1.330280	2.486406	-0.388689
Jember	70.472794	1.479963	-0.628133	1.330371	2.486331	-0.824711
Banyuwangi	70.471866	1.480018	-0.628567	1.330784	2.485935	-0.837220
Bondowoso	70.472638	1.479915	-0.628375	1.330426	2.486188	-0.490052
Situbondo	70.472569	1.479909	-0.628437	1.330454	2.486145	-0.642153
Probolinggo	70.473229	1.479876	-0.628096	1.330164	2.486444	1.480935
Pasuruan	70.473418	1.479853	-0.628036	1.330078	2.486514	0.300965
Sidoarjo	70.473755	1.479809	-0.627933	1.329923	2.486637	0.524074
Mojokerto	70.473898	1.479802	-0.627854	1.329861	2.486706	0.376707
Jombang	70.474052	1.479790	-0.627782	1.329793	2.486774	1.064375
Nganjuk	70.474664	1.479741	-0.627486	1.329523	2.487051	-0.155418
Madiun	70.474940	1.479714	-0.627361	1.329400	2.487173	0.003906
Magetan	70.475010	1.479712	-0.627316	1.329370	2.487210	-0.260882
Ngawi	70.474943	1.479705	-0.627385	1.329396	2.487163	-0.864645
Bojonegoro	70.474674	1.479717	-0.627550	1.329513	2.487024	0.285492
Tuban	70.474205	1.479706	-0.627919	1.329707	2.486747	0.465958

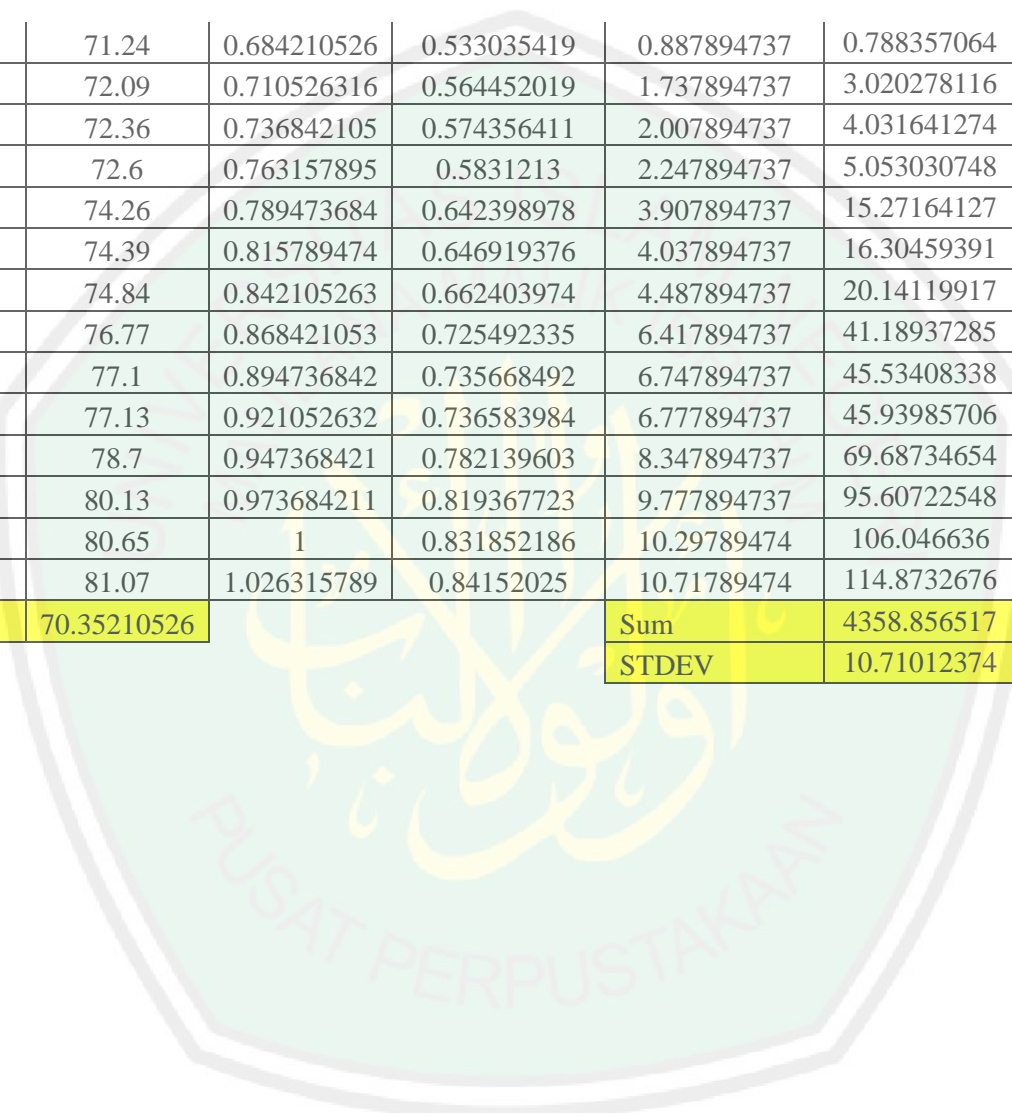
Lamongan	70.473948	1.479776	-0.627896	1.329834	2.486698	0.401389
Gresik	70.473947	1.479778	-0.627891	1.329834	2.486700	1.508252
Bangkalan	70.473744	1.479787	-0.628005	1.329923	2.486602	-0.432718
Sampang	70.473007	1.479850	-0.628321	1.330252	2.486294	-1.108660
Pamekasan	70.472873	1.479857	-0.628389	1.330311	2.486234	0.833113
Sumenep	70.472637	1.479863	-0.628525	1.330414	2.486121	-1.852555
Kediri	70.474179	1.479794	-0.627678	1.329740	2.486850	1.321397
Blitar	70.474069	1.479853	-0.627586	1.329801	2.486866	1.252605
Malang	70.473786	1.479835	-0.627837	1.329917	2.486688	-2.536656
Probolinggo	70.473026	1.479880	-0.628222	1.330252	2.486342	1.210521
Pasuruan	70.473628	1.479829	-0.627963	1.329982	2.486595	1.122663
Mojokerto	70.473930	1.479796	-0.627849	1.329846	2.486715	1.276671
Madiun	70.474898	1.479721	-0.627373	1.329419	2.487158	1.023382
Surabaya	70.473740	1.479798	-0.627975	1.329927	2.486615	-2.159898
Batu	70.473860	1.479822	-0.627821	1.329882	2.486712	-1.268010



Lampiran 14: Perhitungan Uji Kolmogorov-Smirnov

Yi	Fi	Fk	Yi*Fi	S(x)	F(x)	Yi-mean	I ²	D = F(x) - S(x)	ABS(D)
59.9	1	2	59.9	0.052631579	0.164554801	-10.45210526	109.2465044	0.111923222	0.111923222
62.3	1	3	62.3	0.078947368	0.226079094	-8.052105263	64.83639917	0.147131725	0.147131725
64.23	1	4	64.23	0.105263158	0.283790217	-6.122105263	37.48017285	0.178527059	0.178527059
64.28	2	6	128.56	0.157894737	0.285374057	58.20789474	3388.15901	0.12747932	0.12747932
64.75	1	7	64.75	0.184210526	0.300464043	-5.602105263	31.38358338	0.116253517	0.116253517
64.93	1	8	64.93	0.210526316	0.306337135	-5.422105263	29.39922548	0.095810819	0.095810819
64.96	1	9	64.96	0.236842105	0.307320896	-5.392105263	29.07479917	0.07047879	0.07047879
65.68	1	10	65.68	0.263157895	0.331333984	-4.672105263	21.82856759	0.068176089	0.068176089
66.51	1	11	66.51	0.289473684	0.359896356	-3.842105263	14.76177285	0.070422672	0.070422672
66.69	1	12	66.69	0.315789474	0.366202044	-3.662105263	13.41101496	0.05041257	0.05041257
66.77	1	13	66.77	0.342105263	0.369016331	-3.582105263	12.83147812	0.026911068	0.026911068
67.28	1	14	67.28	0.368421053	0.387116939	-3.072105263	9.437830748	0.018695886	0.018695886
68.1	1	15	68.1	0.394736842	0.416725285	-2.252105263	5.071978116	0.021988442	0.021988442
68.47	1	16	68.47	0.421052632	0.430252475	-1.882105263	3.542320222	0.009199843	0.009199843
69.26	1	17	69.26	0.447368421	0.459390468	-1.092105263	1.192693906	0.012022047	0.012022047
69.27	1	18	69.27	0.473684211	0.459761045	-1.082105263	1.170951801	-0.013923166	0.013923166
69.33	1	19	69.33	0.5	0.461985229	-1.022105263	1.044699169	-0.038014771	0.038014771
69.64	1	20	69.64	0.526315789	0.473494263	-0.712105263	0.507093906	-0.052821526	0.052821526
70.27	1	21	70.27	0.552631579	0.496941684	-0.082105263	0.006741274	-0.055689895	0.055689895
70.47	1	22	70.47	0.578947368	0.504391382	0.117894737	0.013899169	-0.074555986	0.074555986
70.69	1	23	70.69	0.605263158	0.512584181	0.337894737	0.114172853	-0.092678977	0.092678977
70.88	1	24	70.88	0.631578947	0.519655635	0.527894737	0.278672853	-0.111923312	0.111923312
71.11	1	25	71.11	0.657894737	0.52820734	0.757894737	0.574404432	-0.129687397	0.129687397

71.24	1	26	71.24	0.684210526	0.533035419	0.887894737	0.788357064	-0.151175108	0.151175108
72.09	1	27	72.09	0.710526316	0.564452019	1.737894737	3.020278116	-0.146074297	0.146074297
72.36	1	28	72.36	0.736842105	0.574356411	2.007894737	4.031641274	-0.162485694	0.162485694
72.6	1	29	72.6	0.763157895	0.5831213	2.247894737	5.053030748	-0.180036594	0.180036594
74.26	1	30	74.26	0.789473684	0.642398978	3.907894737	15.27164127	-0.147074706	0.147074706
74.39	1	31	74.39	0.815789474	0.646919376	4.037894737	16.30459391	-0.168870098	0.168870098
74.84	1	32	74.84	0.842105263	0.662403974	4.487894737	20.14119917	-0.179701289	0.179701289
76.77	1	33	76.77	0.868421053	0.725492335	6.417894737	41.18937285	-0.142928718	0.142928718
77.1	1	34	77.1	0.894736842	0.735668492	6.747894737	45.53408338	-0.15906835	0.15906835
77.13	1	35	77.13	0.921052632	0.736583984	6.777894737	45.93985706	-0.184468648	0.184468648
78.7	1	36	78.7	0.947368421	0.782139603	8.347894737	69.68734654	-0.165228818	0.165228818
80.13	1	37	80.13	0.973684211	0.819367723	9.777894737	95.60722548	-0.154316487	0.154316487
80.65	1	38	80.65	1	0.831852186	10.29789474	106.046636	-0.168147814	0.168147814
81.07	1	39	81.07	1.026315789	0.84152025	10.71789474	114.8732676	-0.184795539	0.184795539
38	Mean	70.35210526				Sum	4358.856517	MAKS	0.184795539
						STDEV	10.71012374		



Lampiran 15: Perhitungan Uji Multikolinearitas

Kabupaten Kota	X1	X2	X1²	X2²	X1*X2
Kabupaten Pacitan	71.31	15.42	5085.1161	237.7764	1099.6002
Kabupaten Ponorogo	72.27	11.39	5222.9529	129.7321	823.1553
Kabupaten Trenggalek	73.15	12.96	5350.9225	167.9616	948.024
Kabupaten Tulungagung	73.53	8.04	5406.6609	64.6416	591.1812
Kabupaten Blitar	72.99	9.8	5327.5401	96.04	715.302
Kabupaten Kediri	72.25	12.25	5220.0625	150.0625	885.0625
Kabupaten Malang	72.12	11.04	5201.2944	121.8816	796.2048
Kabupaten Lumajang	69.5	10.87	4830.25	118.1569	755.465
Kabupaten Jember	68.54	11	4697.7316	121	753.94
Kabupaten Banyuwangi	70.19	8.64	4926.6361	74.6496	606.4416
Kabupaten Bondowoso	66.04	14.54	4361.2816	211.4116	960.2216
Kabupaten Situbondo	68.53	13.05	4696.3609	170.3025	894.3165
Kabupaten Probolinggo	66.47	20.52	4418.2609	421.0704	1363.9644
Kabupaten Pasuruan	69.9	10.34	4886.01	106.9156	722.766
Kabupaten Sidoarjo	73.71	6.23	5433.1641	38.8129	459.2133
Kabupaten Mojokerto	72.1	10.19	5198.41	103.8361	734.699
Kabupaten Jombang	71.87	10.48	5165.2969	109.8304	753.1976
Kabupaten Nganjuk	71.11	11.98	5056.6321	143.5204	851.8978
Kabupaten Madiun	70.77	12.28	5008.3929	150.7984	869.0556
Kabupaten Magetan	72.16	10.48	5207.0656	109.8304	756.2368
Kabupaten Ngawi	71.74	14.91	5146.6276	222.3081	1069.6434
Kabupaten Bojonegoro	70.83	14.34	5016.8889	205.6356	1015.7022
Kabupaten Tuban	70.8	16.87	5012.64	284.5969	1194.396
Kabupaten Lamongan	71.87	14.42	5165.2969	207.9364	1036.3654
Kabupaten Gresik	72.36	12.8	5235.9696	163.84	926.208
Kabupaten Bangkalan	69.82	21.32	4874.8324	454.5424	1488.5624
Kabupaten Sampang	67.67	23.56	4579.2289	555.0736	1594.3052
Kabupaten Pamekasan	67.05	16	4495.7025	256	1072.8
Kabupaten Sumenep	70.71	19.62	4999.9041	384.9444	1387.3302
Kota Kediri	73.69	8.49	5430.2161	72.0801	625.6281
Kota Blitar	73.17	8.03	5353.8489	64.4809	587.5551
Kota Malang	72.77	4.17	5295.4729	17.3889	303.4509
Kota Probolinggo	69.86	7.84	4880.4196	61.4656	547.7024
Kota Pasuruan	71.02	7.53	5043.8404	56.7009	534.7806
Kota Mojokerto	72.86	5.73	5308.5796	32.8329	417.4878
Kota Madiun	72.48	4.94	5253.3504	24.4036	358.0512
Kota Surabaya	73.88	5.39	5458.2544	29.0521	398.2132
Kota Batu	72.25	4.31	5220.0625	18.5761	311.3975

SUM	2703.34	441.77	192471.18	5960.0895	31209.5248
-----	---------	--------	-----------	-----------	------------



RIWAYAT HIDUP



Futichatul Jannah, lahir di Rembang 29 Maret 1997, tinggal Desa Karangmangu, Kecamatan Sarang, Kabupaten Rembang.

Anak bungsu dari dua bersaudara, putri dari pasangan bapak

Humam dan Ibu Zubaidah. Pendidikan dasar ditempuh di SDN

1 Karangmangu dan lulus pada tahun 2009, kemudian melanjutkan pendidikan

menengah pertama di MTs Al-Anwar Sarang dan lulus pada tahun 2012,

kemudian melanjutkan pendidikan menengah atas di MA NU Banat Kudus dan

lulus pada tahun 2015. Selanjutnya menempuh pendidikan tinggi di Universitas

Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang pada tahun 2015 melalui jalur SNMPTN.

Penulis mengambil jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi. Penulis

dapat dihubungi melalui email: ifud_futicha@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 : Futichatul Jannah
NIM : 15610050
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Matematika
Judul Skripsi : Penggunaan Metode *Cross Validation* untuk Menentukan *Bandwidth* Optimum pada Model *Mixed Geographically Weighted Regression* (MGWR)
Pembimbing I : Dr. Sri Harini, M.Si
Pembimbing II : M. Nafie Jauhari, M.Si

No	Tanggal	Hal	Tanda Tangan
1	28 Juni 2019	Konsultasi bab I, bab II dan bab III	1.
2	05 Juli 2019	Konsultasi ayat bab I dan bab II	2.
3	19 Juli 2019	Revisi bab III dan ACC bab I dan bab II	3.
4	31 Juli 2019	Konsultasi ayat bab I dan revisi ayat bab II	4.
5	28 Agustus 2019	ACC bab III dan konsultasi bab IV	5.
6	31 Agustus 2019	ACC ayat bab I dan bab II	6.
7	08 November 2019	Revisi bab IV	7.
8	19 November 2019	Konsultasi ayat bab IV	8.
9	06 Desember 2019	ACC keseluruhan	9.
10	06 Desember 2019	ACC ayat keseluruhan	10.

Malang, 06 Desember 2019
Mengetahui,
Ketua Jurusan Matematika



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