

**PEMODELAN GEOGRAPHICALLY WEIGHTED
PANEL REGRESSION DENGAN
FUNGSI PEMBOBOT ADAPTIVE KERNEL
(Studi Kasus Indeks Pembangunan Manusia di Indonesia
Tahun 2013–2020)**

SKRIPSI

Oleh:

**ALIYAH HUSNUN AZIZAH
175090501111015**



**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**





**PEMODELAN GEOGRAPHICALLY WEIGHTED
PANEL REGRESSION DENGAN
FUNGSI PEMBOBOT ADAPTIVE KERNEL
(Studi Kasus Indeks Pembangunan Manusia di Indonesia
Tahun 2013–2020)**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Statistika

Oleh:

**ALIYAH HUSNUN AZIZAH
175090501111015**



**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2021**



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PEMODELAN GEOGRAPHICALLY WEIGHTED
PANEL REGRESSION DENGAN
FUNGSI PEMBOBOT ADAPTIVE KERNEL
(Studi Kasus Indeks Pembangunan Manusia di Indonesia
Tahun 2013–2020)**

Oleh :

**ALIYAH HUSNUN AZIZAH
175090501111015**

**Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
pada tanggal 6 Juli 2021
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Statistika**

Pembimbing,



**Nurjannah, S.Si., M.Phil., Ph.D.
NIP. 198009212005012001**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Statistika
Fakultas MIPA
Universitas Brawijaya**



**Rahma Fitriani, S.Si., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197603281999032001**





LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : ALIYAH HUSNUN AZIZAH

NIM : 175090501111015

PROGRAM STUDI : STATISTIKA

JUDUL SKRIPSI :

**PEMODELAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED
PANEL REGRESSION* DENGAN
FUNGSI PEMBOBOT *ADAPTIVE KERNEL***

**(Studi Kasus Indeks Pembangunan Manusia di Indonesia
Tahun 2013–2020)**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Isi dari skripsi yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termasuk di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam skripsi ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata skripsi yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung risiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 6 Juli 2021

Yang menyatakan,



Aliyah Husnun Azizah
NIM. 175090501111015



PEMODELAN *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED*
PANEL REGRESSION DENGAN
FUNGSI PEMBOBOT *ADAPTIVE KERNEL*

(Studi Kasus Indeks Pembangunan Manusia di Indonesia
Tahun 2013–2020)

ABSTRAK

Analisis regresi merupakan analisis yang berkaitan dengan studi ketergantungan variabel dependen terhadap variabel independen, namun tidak diikutsertakan pengaruh lokasi pengamatan. Untuk mengatasi hal tersebut, dikembangkan analisis regresi yang melibatkan aspek spasial, yaitu *Geographically Weighted Regression* (GWR). Salah satu jenis data yang dapat ditemui di lapangan adalah data panel yang merupakan gabungan antara data *cross section* dan *time series*. Karena masing-masing GWR dan regresi data panel memiliki kelebihan, dalam perkembangannya kedua metode tersebut kemudian dikombinasikan menjadi satu analisis yang disebut *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR). Pembangunan manusia merupakan salah satu hal yang penting. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemodelan GWPR data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dari 34 provinsi di Indonesia pada tahun 2013–2020 dan mencari fungsi pembobot mana yang terbaik. Fungsi pembobot yang digunakan yaitu 1) *adaptive gaussian kernel*, 2) *adaptive bisquare kernel*, dan 3) *adaptive tricube kernel*. Hasil dari penelitian ini adalah model GWPR dengan fungsi pembobot *adaptive bisquare* dan *adaptive tricube* cocok untuk memodelkan IPM 34 provinsi di Indonesia, dan tidak ada perbedaan antara model GWPR menggunakan fungsi pembobot *adaptive gaussian* dengan model regresi global. Dengan melihat nilai AIC, diperoleh model GWPR dengan fungsi pembobot *adaptive bisquare* merupakan fungsi pembobot yang terbaik. Pada signifikansi 5%, Umur Harapan Hidup (UHH), Harapan Lama Sekolah (HLS), dan pengeluaran per kapita disesuaikan berpengaruh signifikan dan positif terhadap IPM. Hasil analisis menunjukkan bahwa ketiga variabel tersebut signifikan di seluruh provinsi yang ada di Indonesia.

Kata Kunci : *Adaptive Kernel*, GWPR, Indeks Pembangunan Manusia





GEOGRAPHICALLY WEIGHTED PANEL REGRESSION MODELLING WITH KERNEL ADAPTIVE WEIGHTING FUNCTION

(Human Development Index Case Study in Indonesia 2013–2020)

ABSTRACT

Regression analysis is an analysis related to the study of the relation between the dependent variable on the independent variable, but it does not include the influence of the location. To overcome this, a regression analysis involving spatial aspects was developed, namely Geographically Weighted Regression (GWR). One type of data that can be found in the field is panel data, which is a combination of cross section and time series data. Because each of the GWR and panel data regression has advantages, in its development the two methods are combined into one analysis called Geographically Weighted Panel Regression (GWPR). Human development is one of the important things. This study aims to model the GWPR of Human Development Index (HDI) data from 34 provinces in Indonesia in 2013–2020 and to find which weighting function is the best. The weighting functions used are 1) adaptive gaussian kernel, 2) adaptive bisquare kernel, and 3) adaptive tricube kernel. The results of this study are that the GWPR model with the adaptive bisquare and adaptive tricube weighting functions is suitable for modeling the HDI of 34 provinces in Indonesia, and there is no difference between the GWPR model using the adaptive gaussian weighting function and the global regression model. By looking at the AIC value, it is obtained that the GWPR model with the adaptive bisquare weighting function is the best weighting function. At a significance of 5%, life expectancy, long school expectancy, and adjusted per capita expenditure have a significant and positive effect on HDI. The results of the analysis show that these three variables are significant in all provinces in Indonesia.

Keywords : Adaptive Kernel, GWPR, Human Development Index





KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemodelan *Geographically Weighted Panel Regression* dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Kernel* (Studi Kasus Indeks Pembangunan Manusia di Indonesia Tahun 2013–2020)” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Statistika. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, maka dari itu penulis mengucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Ibu Nurjannah, S.Si., M.Phil., Ph.D., selaku dosen pembimbing atas waktu dan bimbingan yang telah beliau berikan.
2. Ibu Rahma Fitriani, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku dosen pengujian I dan Prof. Dr. Ir. Loekito Adi Soehono, M.Agr., selaku dosen pengujian II atas waktu dan bimbingan yang telah beliau berikan.
3. Bapak Achmad Efendi, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Statistika Universitas Brawijaya.
4. Ibu Rahma Fitriani, S.Si., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Statistika FMIPA Universitas Brawijaya.
5. Ibu, Bapak, dan Adik yang senantiasa selalu memberikan kasih sayang, semangat, doa, dan dukungan.
6. Seluruh mahasiswa Statistika UB angkatan 2017 yang selalu memberikan semangat dan dukungan.
7. Seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis sadar bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, diharapkan adanya kritik dan saran yang membangun demi menjadikan skripsi ini lebih baik dan dapat bermanfaat bagi seluruh pihak.

Malang, 6 Juli 2021

Penulis





DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR PERNYATAAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Regresi Linier Berganda	5
2.1.1. Pendugaan Parameter Regresi Linier Berganda	6
2.1.2. Pengujian Hipotesis Regresi Linier Berganda	7
2.1.3. Regresi Melalui Titik Asal	8
2.2. Regresi Data Panel	9
2.2.1. Model Estimasi Regresi Data Panel	9
2.2.2. Pemilihan Model Regresi Data Panel	12
2.2.3. Pengujian Asumsi Regresi Data Panel	13
2.3. <i>Geographically Weighted Regression</i>	15
2.3.1. Penentuan Jarak dan <i>Bandwidth</i>	16
2.3.2. Fungsi Pembobot GWR	18
2.3.3. Pendugaan Parameter GWR	20
2.3.4. Pengujian Hipotesis GWR	21
2.4. <i>Geographically Weighted Panel Regression</i>	22
2.4.1. Pengujian Multikolinieritas	24
2.4.2. Pengujian Heterogenitas Spasial	25
2.4.3. Pendugaan Parameter GWPR	26
2.4.4. Pengujian Hipotesis GWPR	28
2.4.5. Penentuan Model Terbaik GWPR	29
2.5. Tinjauan Non Statistika	30



2.5.1.	Indeks Pembangunan Manusia (IPM).....	30
2.5.2.	Umur Harapan Hidup	32
2.5.3.	Harapan Lama Sekolah.....	33
2.5.4.	Pengeluaran per Kapita Disesuaikan	33
BAB III METODE PENELITIAN.....		35
3.1.	Data Penelitian.....	35
3.2.	Metode Penelitian	36
3.3.	Diagram Alir Penelitian	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		41
4.1.	Analisis Deskriptif	41
4.2.	Pengujian Multikolinearitas	48
4.3.	Pemodelan Regresi Data Panel	48
4.3.1.	Pemilihan Model Regresi Data Panel	51
4.3.2.	Pengujian Asumsi Regresi Data Panel Terpilih.....	52
4.4.	Penentuan Jarak <i>Euclidean</i>	53
4.5.	Penentuan <i>Bandwidth</i> Optimum	53
4.6.	Penentuan Matriks Pembobot	54
4.7.	Uji Heterogenitas Spasial.....	57
4.8.	Pendugaan Parameter Model GWPR	57
4.9.	Pengujian Hipotesis GWPR.....	69
4.9.1.	Uji Kesesuaian Model	69
4.9.2.	Uji Signifikansi Parameter	70
4.10.	Pemilihan Model GWPR Terbaik.....	72
4.11.	Interpretasi Model GWPR.....	73
BAB V PENUTUP.....		79
5.1.	Kesimpulan	79
5.2.	Saran	79
DAFTAR PUSTAKA		81
LAMPIRAN.....		84



DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 2. 1 Ilustrasi 1 Pemilihan <i>Bandwidth</i>	17
Gambar 2. 2 Ilustrasi 2 Pemilihan <i>Bandwidth</i>	17
Gambar 2. 3 Ilustrasi 3 Pemilihan <i>Bandwidth</i>	17
Gambar 3. 1 Peta Wilayah Indonesia	36
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	38
Gambar 3. 3 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)	39
Gambar 4. 1 Statistika Deskriptif Variabel IPM	41
Gambar 4. 2 Peta Sebaran IPM 34 Provinsi di Indonesia Tahun 2013	42
Gambar 4. 3 Peta Sebaran IPM 34 Provinsi di Indonesia Tahun 2020	43
Gambar 4. 4 Statistika Deskriptif Variabel UHH	45
Gambar 4. 5 Statistika Deskriptif Variabel HLS	46
Gambar 4. 6 Statistika Deskriptif Variabel Pengeluaran per Kapita Disesuaikan	47
Gambar 4. 7 Peta Pengelompokan Penduga Variabel UHH dengan Fungsi Pembobot <i>Adaptive Gaussian Kernel</i>	58
Gambar 4. 8 Peta Pengelompokan Penduga Variabel HLS dengan Fungsi Pembobot <i>Adaptive Gaussian Kernel</i>	59
Gambar 4. 9 Peta Pengelompokan Penduga Variabel Pengeluaran per Kapita Disesuaikan dengan Fungsi Pembobot <i>Adaptive Gaussian Kernel</i>	60
Gambar 4. 10 Peta Pengelompokan Penduga Variabel UHH dengan Fungsi Pembobot <i>Adaptive Bisquare Kernel</i>	62
Gambar 4. 11 Peta Pengelompokan Penduga Variabel HLS dengan Fungsi Pembobot <i>Adaptive Bisquare Kernel</i>	63
Gambar 4. 12 Peta Pengelompokan Penduga Variabel Pengeluaran per Kapita Disesuaikan dengan Fungsi Pembobot <i>Adaptive Bisquare Kernel</i>	64
Gambar 4. 13 Peta Pengelompokan Penduga Variabel UHH dengan Fungsi Pembobot <i>Adaptive Tricube Kernel</i>	66
Gambar 4. 14 Peta Pengelompokan Penduga Variabel HLS dengan Fungsi Pembobot <i>Adaptive Tricube Kernel</i>	67
Gambar 4. 15 Peta Pengelompokan Penduga Variabel Pengeluaran per Kapita Disesuaikan dengan Fungsi Pembobot <i>Adaptive Tricube Kernel</i>	68



Gambar 4. 16 Peta Pengelompokan Provinsi berdasarkan Variabel yang Signifikan 72



DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 3.1 Daftar Provinsi di Indonesia	35
Tabel 3.2 Variabel Penelitian	36
Tabel 4.1 Nilai VIF Variabel Independen	48
Tabel 4.2 Hasil pendugaan parameter CEM	48
Tabel 4.3 Hasil pendugaan parameter FEM	49
Tabel 4.4 Hasil pendugaan parameter REM	50
Tabel 4.5 Jarak <i>Euclidean</i> Provinsi DKI Jakarta, Jawa Timur, dan Papua	53
Tabel 4.6 Nilai <i>Bandwidth</i> pada Lokasi Pengamatan	54
Tabel 4.7 Pembobot <i>Adaptive Gaussian, Bisquare dan Tricube</i> untuk Provinsi Jawa Timur	55
Tabel 4.8 Statistik uji BP dan <i>p-value</i> dari Fungsi Pembobot <i>Adaptive Gaussian, Bisquare dan Tricube</i>	57
Tabel 4.9 Hasil Pendugaan Parameter GWPR dengan Fungsi Pembobot <i>Adaptive Gaussian</i>	58
Tabel 4.10 Hasil Pendugaan Parameter GWPR dengan Fungsi Pembobot <i>Adaptive Bisquare</i>	61
Tabel 4.11 Hasil Pendugaan Parameter GWPR dengan Fungsi Pembobot <i>Adaptive Tricube</i>	65
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kesesuaian Model GWPR	69
Tabel 4.13 Pengujian Signifikansi Parameter Model GWPR pada Provinsi DKI Jakarta, Jawa Timur, dan Papua	70
Tabel 4.14 Nilai AIC dari Masing-masing Model	73





DAFTAR LAMPIRAN

	Hal
Lampiran 1 Data Penelitian	84
Lampiran 2 Koordinat <i>Latitude</i> dan <i>Longitude</i> serta Proyeksi UTM	101
Lampiran 3 Data Transformasi <i>Within</i>	104
Lampiran 4 Pengujian Multikolinearitas	122
Lampiran 5 Pemodelan Regresi Data Panel.....	123
Lampiran 6 Uji Chow dan Hausman	125
Lampiran 7 Uji Asumsi Regresi Panel FEM	126
Lampiran 8 Jarak <i>Euclidean</i>	127
Lampiran 9 Nilai <i>Bandwidth</i>	130
Lampiran 10 Pembobot <i>Adaptive Gaussian Kernel</i> pada setiap Provinsi	132
Lampiran 11 Pembobot <i>Adaptive Bisquare Kernel</i> pada setiap Provinsi	135
Lampiran 12 Pembobot <i>Adaptive Tricube Kernel</i> pada setiap Provinsi	138
Lampiran 13 Uji Heterogenitas Spasial	141
Lampiran 14 Pendugaan Parameter Model GWPR	143
Lampiran 15 Pengujian Signifikansi Parameter GWPR dengan Fungsi Pembobot <i>Adaptive Gaussian</i>	147
Lampiran 16 <i>Pengujian</i> Signifikansi Parameter GWPR dengan Fungsi Pembobot <i>Adaptive Bisquare</i>	152
Lampiran 17 Pengujian Signifikansi Parameter GWPR dengan Fungsi Pembobot <i>Adaptive Tricube</i>	157
Lampiran 18 <i>Syntax Software R</i>	162





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Analisis regresi merupakan salah satu analisis dalam statistika yang digunakan untuk melihat pengaruh satu atau beberapa variabel independen terhadap variabel dependen. Namun, dalam analisis regresi tidak melibatkan pengaruh lokasi tertentu. Dalam perkembangannya, terdapat suatu analisis yang di dalamnya juga melibatkan aspek spasial atau lokasi, yaitu *Geographically Weighted Regression* (GWR). Di dalam model GWR, diasumsikan bahwa masing-masing lokasi memiliki hubungan sebab akibat dari variabel dependen dan independen yang berbeda-beda, sehingga parameter dapat diduga untuk masing-masing lokasi yang diteliti.

Pemodelan dalam statistika dapat digunakan bergantung pada jenis datanya. Jenis data yang diperoleh di lapangan sangatlah beragam. Pada data deret waktu, dalam periode tertentu dilakukan pengamatan untuk satu atau beberapa variabel. Dalam data *cross section*, nilai dari satu atau lebih variabel dikumpulkan untuk beberapa unit sampel pada titik waktu yang sama. Dalam data panel, unit *cross section* yang sama disurvei dari waktu ke waktu. Data panel memiliki dimensi ruang dan waktu, sehingga memiliki kelebihan dibandingkan dengan data deret waktu maupun data *cross section*, di antaranya dapat mengontrol heterogenitas individu pengamatan, data yang tersedia lebih informatif, dapat mengurangi kolinearitas antarvariabel, dan lebih efisien (Baltagi, 2005).

Yu (2010) mengembangkan analisis yang merupakan kombinasi antara GWR dengan analisis data panel, yang kemudian disebut dengan *Geographically Weighted Panel Regression*. Gabungan keduanya dapat memberikan manfaat yang lebih baik dan memberikan lebih banyak efisiensi untuk estimasi. Kelebihan lain dari analisis GWPR adalah memperhitungkan aspek lokasi pengamatan, lebih informatif, banyak variabilitas, sedikit kolinearitas antarvariabel, lebih banyak derajat kebebasan, dan menangkap perubahan yang dinamis.

Ilmu statistika sangatlah bermanfaat dalam berbagai bidang. Salah satunya dalam bidang sosial. Pembangunan manusia merupakan salah satu aspek penting yang dapat digunakan sebagai ukuran kinerja pembangunan keseluruhan yang dibentuk melalui pendekatan tiga dimensi dasar yaitu umur panjang dan hidup sehat, pengetahuan, dan standar hidup layak. Indeks Pembangunan Manusia (IPM) merupakan



suatu indeks yang merangkum ketiga dimensi tersebut. IPM dikelompokkan ke dalam beberapa kategori, yaitu rendah ($IPM < 60$), sedang ($60 \leq IPM < 70$), tinggi ($70 \leq IPM < 80$), dan sangat tinggi ($IPM \geq 80$). Pada tahun 2020, Indonesia memiliki tingkat IPM yang tergolong dalam kategori tinggi, yaitu bernilai 71,94 yang mengalami peningkatan 0,03 persen dari tahun sebelumnya (BPS, 2020). Angka ini digunakan untuk mengukur keberhasilan dalam upaya pembangunan kualitas hidup manusia, menentukan peringkat atau level pembangunan suatu wilayah/negara, dan merupakan ukuran kinerja pemerintah, serta salah satu alokator penentuan Dana Alokasi Umum (DAU) (BPS, 2020).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2005, DAU merupakan dana yang bersumber dari pendapatan APBN yang dialokasikan dengan tujuan pemerataan kemampuan keuangan antardaerah untuk mendanai kebutuhan daerah dalam rangka pelaksanaan desentralisasi. Perhitungan alokasi DAU dihitung melalui rumus yang terdiri dari celah fiskal dan alokasi dasar. Celah fiskal merupakan selisih antara kebutuhan fiskal dan kapasitas fiskal, di mana kebutuhan fiskal diukur menggunakan beberapa variabel, yaitu jumlah penduduk, luas wilayah, Indeks Kemahalan Konstruksi, Produk Domestik Regional Bruto per kapita, dan IPM. Kapasitas fiskal diukur berdasarkan Pendapatan Asli Daerah dan Dana Bagi Hasil (DBH). Alokasi dasar dihitung berdasarkan jumlah gaji Pegawai Negeri Sipil Daerah.

Penelitian mengenai GWPR sudah banyak dilakukan dalam penelitian sebelumnya. Yu (2010) melakukan penelitian dengan menggabungkan antara GWR dengan data panel. Data yang digunakan adalah pembangunan regional singkat dari 1995–2001 di *Greater Beijing Area* (GBA), Cina. Studi ini mengungkapkan bahwa GWPR memberikan hasil yang lebih baik dan lebih jelas daripada GWR *cross sectional* maupun regresi data panel (Yu, 2010). Penelitian lain dilakukan oleh Wati dan Utami (2020) yang menggunakan metode GWPR untuk memodelkan kasus IPM di Jawa Timur. Penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan bahwa metode GWPR cocok digunakan untuk memodelkan IPM di Jawa Timur. Fungsi pembobot yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah fungsi *fixed gaussian kernel* dan *fixed bisquare kernel*. Berdasarkan penelitian terdahulu, diperoleh informasi bahwa metode GWPR memberikan hasil yang lebih baik, sehingga dalam penelitian ini



dilakukan analisis GWPR untuk memodelkan IPM dari 34 provinsi di Indonesia pada tahun 2013–2020. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai IPM beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya untuk masing-masing provinsi di Indonesia. Perbedaan penelitian ini dibandingkan penelitian sebelumnya terletak pada pemilihan daerah, di mana penelitian ini menggunakan seluruh provinsi yang ada di Indonesia serta fungsi pembobot yang digunakan. Pada penelitian ini, digunakan fungsi pembobot lain yaitu *adaptive gaussian kernel*, *adaptive bisquare*, dan *adaptive tricube*.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang didapatkan berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan adalah:

1. Bagaimana pemodelan *Geographically Weighted Panel Regression* untuk kasus Indeks Pembangunan Manusia dari 34 provinsi di Indonesia pada tahun 2013–2020?
2. Manakah dari fungsi pembobot GWPR berikut, yaitu *adaptive gaussian kernel*, *adaptive bisquare*, dan *adaptive tricube* yang memberikan hasil terbaik dalam memodelkan kasus Indeks Pembangunan Manusia dari 34 provinsi di Indonesia pada tahun 2013–2020?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dengan adanya penelitian ini adalah:

1. Menentukan model GWPR untuk kasus Indeks Pembangunan Manusia dari 34 provinsi di Indonesia pada tahun 2013–2020.
2. Menentukan fungsi pembobot GWPR yang memberikan hasil terbaik dari tiga fungsi pembobot yang digunakan dalam memodelkan kasus Indeks Pembangunan Manusia dari 34 provinsi di Indonesia pada tahun 2013–2020.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dengan adanya penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi bagi masyarakat dan pemerintah mengenai faktor-faktor yang dapat menunjang Indeks Pembangunan Manusia, seperti Umur Harapan Hidup, Harapan Lama Sekolah, dan pengeluaran per kapita disesuaikan.
2. Menambah wawasan mahasiswa mengenai analisis GWPR dan dapat mengaplikasikannya dalam suatu kasus tertentu.



1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pemodelan GWPR dalam penelitian ini menggunakan model *fixed effect*.
2. Menggunakan fungsi pembobot *adaptive gaussian kernel*, *adaptive bisquare*, dan *adaptive tricube*.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Regresi Linier Berganda

Analisis regresi merupakan suatu analisis yang berkaitan dengan studi ketergantungan suatu variabel dependen pada satu atau lebih variabel independen (Gujarati, 2004). Apabila dalam suatu analisis hanya melibatkan satu variabel independen, maka disebut dengan analisis regresi linier sederhana. Namun, apabila suatu melibatkan lebih dari satu variabel independen, maka disebut dengan persamaan regresi linier berganda (Steel dan Torrie, 1993). Menurut Rawlings dkk. (2001), model aditif linier untuk menghubungkan variabel dependen dengan p variabel independen dapat dituliskan sebagai berikut.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_p X_{ip} + \varepsilon_i \quad (2.1)$$

di mana

$i = 1, 2, \dots, n$

n : banyak pengamatan

p : banyak variabel independen

Y_i : nilai variabel dependen pada pengamatan ke- i

β : koefisien regresi

X_{ip} : nilai variabel independen ke- p pengamatan ke- i

ε_i : galat ke- i

Model dalam persamaan (2.1) dapat dituliskan dalam notasi matriks sebagai berikut (Steel dan Torrie, 1993).

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.2)$$

Atau

$$\begin{pmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \vdots \\ Y_n \end{pmatrix}_{(n \times 1)} = \begin{pmatrix} 1X_{11} & X_{12} & X_{13} & \dots & X_{1p} \\ 1X_{21} & X_{22} & X_{23} & \dots & X_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1X_{n1} & X_{n2} & X_{n3} & \dots & X_{np} \end{pmatrix}_{(n \times (p+1))} \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{pmatrix}_{((p+1) \times 1)} + \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix}_{(n \times 1)}$$

Dalam model regresi pada persamaan (2.1) dan (2.2), diasumsikan ε berdistribusi normal, tidak berkorelasi, memiliki nilai tengah populasi nol dan ragam populasi sebesar σ^2 (Steel dan Torrie, 1993).

2.1.1. Pendugaan Parameter Regresi Linier Berganda

Persamaan (2.2) apabila dicari nilai harapannya akan berimplikasi dengan persamaan berikut (Steel dan Torrie, 1993).

$$\begin{aligned} E(\mathbf{y}) &= E[\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon}] \\ E(\mathbf{y}) &= E(\mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) + E(\boldsymbol{\varepsilon}) \\ E(\mathbf{y}) &= \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + 0 \\ E(\mathbf{y}) &= \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \end{aligned} \quad (2.3)$$

$$\boldsymbol{\varepsilon}\boldsymbol{\varepsilon}' = \begin{pmatrix} \varepsilon_1^2 & \varepsilon_1\varepsilon_2 & \varepsilon_1\varepsilon_3 & \cdots & \varepsilon_1\varepsilon_n \\ \varepsilon_2\varepsilon_1 & \varepsilon_2^2 & \varepsilon_2\varepsilon_3 & \cdots & \varepsilon_2\varepsilon_n \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \varepsilon_n\varepsilon_1 & \varepsilon_n\varepsilon_2 & \varepsilon_n\varepsilon_3 & \cdots & \varepsilon_n^2 \end{pmatrix}$$

Pada matriks $\boldsymbol{\varepsilon}\boldsymbol{\varepsilon}'$, elemen diagonalnya menunjukkan ragam dan selainnya menunjukkan peragam. Dengan asumsi bahwa ragam homogen dan galat tidak berkorelasi, maka dapat dinyatakan sebagai berikut (Steel dan Torrie, 1993)..

$$E(\boldsymbol{\varepsilon}\boldsymbol{\varepsilon}') = \begin{pmatrix} \sigma^2 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma^2 & 0 & \cdots & 0 \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & \sigma^2 \end{pmatrix} = \mathbf{I}\sigma^2$$

Berdasarkan data contoh, nilai $\boldsymbol{\beta}$ diduga dengan $\hat{\boldsymbol{\beta}}$. Persamaan regresi contoh dapat dituliskan sebagai

$$\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} \quad (2.4)$$

$\hat{\mathbf{y}}$ disebut dengan nilai regresi dan kemudian didapatkan $\mathbf{e} = \mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}}$ yang disebut dengan sisaan. Adapun jumlah kuadrat sisaan dapat ditulis sebagai berikut (Steel dan Torrie, 1993).



$$\mathbf{e}'\mathbf{e} = (e_1 \ e_2 \ \dots \ e_n) \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{pmatrix} = \sum e_i^2$$

Pendugaan parameter dalam regresi linier yang paling sering digunakan adalah Metode Kuadrat Terkecil (MKT), di mana nilai $\hat{\beta}$ yang diperoleh dapat meminimumkan nilai $\sum e_i^2$. Persamaan yang menghasilkan nilai dugaan tersebut adalah sebagai berikut (Steel dan Torrie, 1993).

$$\begin{aligned} (\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\beta} &= \mathbf{X}'\mathbf{y} \\ \hat{\beta} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{y} \end{aligned} \quad (2.5)$$

2.1.2. Pengujian Hipotesis Regresi Linier Berganda

Pengujian hipotesis pada regresi linier berganda dilakukan secara serentak dan parsial. Pengujian secara serentak digunakan untuk mengetahui kesesuaian model regresi yang terbentuk, sedangkan pengujian parsial untuk mengetahui parameter mana yang signifikan. Hipotesis untuk menguji secara serentak adalah

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

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

Tabel 2. 1 Analisis Ragam bagi Regresi

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F Hitung
Regresi	p	$\hat{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y} - \left(\sum Y\right)^2/n$	JKR/p	KTR/KTG
Galat	$n-p-1$	$\mathbf{y}'\mathbf{y} - \hat{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y}$	$\text{JKG}/(n-p-1)$	
Total	$n-1$	$\mathbf{y}'\mathbf{y} - \left(\sum Y\right)^2/n$		

Sumber : Steel dan Torrie (1993)

H_0 akan ditolak apabila nilai $F_{hitung} > F_{\alpha(p,n-p-1)}$ atau pada saat $p\text{-value} < \alpha$. $P\text{-value}$ atau *probability value* merupakan tingkat signifikansi yang diamati atau probabilitas untuk melakukan



kesalahan jenis I, yaitu menolak H_0 padahal H_0 benar. Secara lebih teknis, p -value didefinisikan sebagai tingkat signifikansi terendah di mana H_0 dapat ditolak. Jika p -value kecil, maka H_0 dapat ditolak, namun jika bernilai besar, maka H_0 tidak dapat ditolak. P -value dapat diperoleh dengan melihat tabel statistika yang sesuai (Gujarati, 2004). Pada uji F, p -value dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$p\text{-value} = P(F_{(df_1, df_2)} \geq F_{hitung}) \quad (2.6)$$

Adapun pengujian secara parsial dilakukan untuk melihat parameter yang signifikan. Hipotesisnya adalah

$$H_0: \beta_j = 0$$

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

dengan statistik uji

$$t_{hit} = \frac{\hat{\beta}_j}{se(\hat{\beta}_j)} \quad (2.7)$$

Jika H_0 benar, t_{hit} berdistribusi t dengan derajat bebas $(n - p - 1)$. H_0 akan ditolak apabila $|t_{hit}| > t_{\alpha/2(n-p-1)}$ atau p -value kurang dari α . Pada uji t dua arah, p -value dapat dinyatakan dalam persamaan berikut.

$$p\text{-value} = P(T_{df} \geq |t_{hit}|) \quad (2.8)$$

2.1.3. Regresi Melalui Titik Asal

Menurut Gujarati (2004), analisis regresi dapat dilakukan melalui titik asalnya. Regresi melalui titik asal merupakan situasi di mana intersep dari model bernilai nol. Berikut adalah persamaan dari regresi melalui titik asal (Gujarati, 2004).

$$Y_i = \beta_2 X_i + u_i \quad (2.9)$$

di mana

$i = 1, 2, \dots, n$
 n : banyak pengamatan



- Y_i : nilai variabel dependen pada pengamatan ke- i
 β_2 : koefisien regresi untuk variabel X pada pengamatan ke- i
 X_i : nilai variabel independen pada pengamatan ke- i
 u_i : galat ke- i

2.2. Regresi Data Panel

Data yang tersedia di lapang terdapat berbagai macam, di antaranya adalah data *time series*, *cross-section*, dan *pooled* yang merupakan kombinasi antara keduanya. Pada data *time series*, dilakukan pengamatan untuk satu variabel atau lebih selama periode waktu tertentu. Dalam data *cross-section*, nilai dari satu variabel atau lebih dikumpulkan pada titik waktu yang sama. Salah satu bentuk khusus dari data *pooled* adalah data panel. Dalam data panel, unit *cross-section* yang sama disurvei dari waktu ke waktu, sehingga data panel memiliki dimensi ruang dan waktu. Data panel dapat memperkaya analisis empiris yang mungkin tidak didapatkan jika hanya menggunakan data *time series* atau *cross-section* saja (Gujarati, 2004).

Menurut Hsiao (2014), yang menjadi fokus analisis data panel adalah bagaimana mengendalikan dampak heterogenitas yang tidak teramati untuk mendapatkan inferensi yang valid pada parameter β . Persamaan umum dari regresi data panel adalah sebagai berikut.

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_j X_{jit} + \varepsilon_{it} \quad (2.10)$$

di mana

- i : pengamatan ke- i
 t : waktu ke- t
 Y_{it} : variabel dependen pengamatan ke- i waktu ke- t
 α_i : intersep
 X_{jit} : variabel independen ke- j pengamatan ke- i waktu ke- t
 β_j : koefisien regresi dari variabel independen ke- j
 ε_{it} : galat pengamatan ke- i waktu ke- t

2.2.1. Model Estimasi Regresi Data Panel

Terdapat beberapa model dalam regresi data panel. Di antaranya *Common Effect*, *Fixed Effect*, dan *Random effect*. Berikut adalah penjelasannya.



a. *Common Effect Model* (CEM)

Model CEM atau *pooled model* merupakan model yang paling sederhana dalam analisis regresi data panel. Pada model CEM, perilaku data antarunit *cross-section* diasumsikan sama dalam berbagai kurun waktu (Prasanti dkk., 2015). Menurut Hill dkk. (2011), *pooled model* adalah model di mana data pada individu yang berbeda dikumpulkan bersama tanpa adanya ketentuan yang menyatakan bahwa perbedaan individu menyebabkan koefisien yang berbeda. Pendugaan parameter dilakukan dengan menggunakan *pooled least squares*. Adapun model dari CEM adalah sebagai berikut.

$$Y_{it} = \alpha + \beta_j X_{jit} + \varepsilon_{it} \quad (2.11)$$

di mana

- i : pengamatan ke- i
- t : waktu ke- t
- Y_{it} : variabel dependen pengamatan ke- i waktu ke- t
- α : intersep
- X_{jit} : variabel independen ke- j pengamatan ke- i waktu ke- t
- β_j : koefisien regresi dari variabel independen ke- j
- ε_{it} : galat pengamatan ke- i waktu ke- t

b. *Fixed Effect Model* (FEM)

Pada *Fixed Effect Model* (FEM), istilah “*fixed effect*” artinya adalah meskipun intersep akan bernilai berbeda antar individu, masing-masing intersep individu tersebut tidak berubah dari waktu ke waktu, yang disebut *time invariant*. Dalam model FE, kondisi setiap unit pengamatan berbeda dan memiliki karakteristik khusus, sehingga menyebabkan intersepnya berbeda. FEM cocok digunakan pada saat banyaknya unit *time series* (T) besar dan banyaknya unit *cross section* (N) kecil. FEM juga cocok digunakan pada saat N besar dan T kecil, serta unit pengamatan bukan berasal dari populasi yang lebih besar (Gujarati, 2004). Berikut adalah persamaan dari model FEM.

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2.12)$$



Ada beberapa cara untuk mengestimasi model FE. Salah satunya adalah menggunakan *within estimator*. Pada metode ini, dilakukan transformasi dengan cara menghitung rata-rata dari pengamatan setiap unit *cross section*.

$$\bar{Y}_i = \alpha_i + \beta \bar{X}_i + \bar{\varepsilon}_i \quad (2.13)$$

Dengan transformasi sebagai berikut.

$$Y_{it} - \bar{Y}_i = \beta(X_{it} - \bar{X}_i) + (\varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_i) \quad (2.14)$$

Parameter β diduga melalui MKT. Pada *within estimator*, digunakan variasi waktu dalam setiap unit *cross section* (Wooldridge, 2002). Persamaan (2.14) dinyatakan sebagai berikut.

$$\dot{y}_{it} = \beta \dot{x}_{it} + \dot{\varepsilon}_{it} \quad (2.15)$$

di mana

$$\begin{aligned} \dot{y}_{it} &= Y_{it} - \bar{Y}_i & \bar{Y}_i &= \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T Y_{it} & T &: \text{banyaknya periode} \\ \dot{x}_{it} &= X_{it} - \bar{X}_i & \bar{X}_i &= \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T X_{it} \\ \dot{\varepsilon}_{it} &= \varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_i & \bar{\varepsilon}_i &= \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

c. *Random Effect Model*

REM juga disebut dengan *Error Component Model* (ECM). Pada model regresi panel ini, intersep β_1 mewakili nilai rata-rata dari semua intersep individu dan komponen eror ε_i mewakili deviasi dari masing-masing intersep individu dengan nilai rata-rata tersebut (Gujarati, 2004).

$$Y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + u_{it}$$

dengan $\beta_{1i} = \beta_1 + \varepsilon_i$, maka menjadi

$$\begin{aligned} Y_{it} &= \beta_1 + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \varepsilon_i + u_{it} \\ Y_{it} &= \beta_1 + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + w_{it} \end{aligned} \quad (2.16)$$



di mana $w_{it} = \varepsilon_i + u_{it}$, ε_i merupakan komponen error dari individu (*cross section*) dan u_{it} merupakan komponen error dari kombinasi *time series* dan *cross section*. w_{it} disebut dengan komponen error dari model. Adapun asumsi dari REM adalah $\varepsilon_i \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$ dan $u_{it} \sim N(0, \sigma_u^2)$. Apabila pada komponen error individu ε_i dan satu atau beberapa variabel independen berkorelasi, maka REM akan bias dan FEM akan menghasilkan penduga yang tak bias. Selain itu, apabila N besar dan T kecil, serta asumsi yang mendasari REM terpenuhi, maka model REM lebih cocok dibandingkan FEM (Gujarati, 2004).

2.2.2. Pemilihan Model Regresi Data Panel

Pemilihan model regresi data panel dapat dilakukan dengan beberapa cara. Di antaranya adalah dengan menggunakan uji *chow* dan uji *hausman*. Berikut adalah penjelasannya.

a. Uji *Chow*

Uji *chow* digunakan untuk memilih antara model FE dan model CE. Hipotesisnya adalah sebagai berikut (Baltagi, 2005).

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_{N-1} = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \mu_i \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$F_0 = \frac{(RRSS - URSS)/(N - 1)}{URSS/(NT - N - P)} \quad (2.17)$$

di mana

$RRSS$: *Restricted Residual Sums of Squares* dari model FE sesuai persamaan (2.13)

$URSS$: *Unrestricted Residual Sums of Squares* dari model CE sesuai persamaan (2.11)

N : banyaknya individu (*cross section*)

T : banyaknya periode waktu

P : banyaknya variabel independen



Apabila $F_0 > F_{\alpha(N-1,NT-N-P)}$ atau $p\text{-value} < \alpha$, maka H_0 ditolak dan model yang terpilih adalah model FE.

b. Uji *Hausman*

Uji *hausman* digunakan untuk memilih antara model FE dan model RE. Hipotesisnya adalah sebagai berikut.

H_0 : tidak ada perbedaan antara FEM dan REM

H_1 : FEM lebih sesuai

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut (Jaya dan Suningsih (2009).

$$H = (\mathbf{b}_{FEM} - \mathbf{b}_{REM})' \hat{\Sigma} (\mathbf{b}_{FEM} - \mathbf{b}_{REM}) \quad (2.18)$$

di mana

\mathbf{b}_{FEM} : vektor beta dari FEM

\mathbf{b}_{REM} : vektor beta dari REM

$\hat{\Sigma} = var(\mathbf{b}_{FEM}) - var(\mathbf{b}_{REM})$

Apabila H_0 ditolak, maka model yang sesuai adalah menggunakan model FE, sedangkan apabila H_0 diterima, maka tidak ada perbedaan yang signifikan antara penduga model FE dan RE (Gujarati, 2004).

2.2.3. Pengujian Asumsi Regresi Data Panel

Setelah model regresi data panel terpilih didapatkan, dilakukan pengujian asumsi yaitu non-multikolinieritas, normalitas residual, non-autokorelasi, dan homoskedastisitas. Non-multikolinieritas dapat dideteksi dengan menggunakan VIF seperti pada persamaan (2.39). Apabila non-multikolinieritas terpenuhi, maka tidak terjadi hubungan antar variabel independen.

Salah satu cara untuk menguji normalitas residual dapat menggunakan uji *Jarque Bera* (Gujarati, 2004). Hipotesis dalam pengujian ini adalah sebagai berikut.

H_0 : $\varepsilon \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$, residual menyebar secara normal

H_1 : residual tidak menyebar secara normal



Statistik uji dalam pengujian *Jarque Bera* adalah sebagai berikut (Fitriani dan Efendi, 2019).

$$JB = \frac{n}{2} \left[SK^2 + \frac{(K - 3)^2}{4} \right] \sim \chi^2_2 \quad (2.19)$$

dengan

$$SK = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{u}_i - \bar{u})^3}{n}}{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{u}_i - \bar{u})^2}{n} \right]^{\frac{3}{2}}} \text{ dan } K = \frac{\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{u}_i - \bar{u})^4}{n}}{\left[\frac{\sum_{i=1}^n (\hat{u}_i - \bar{u})^2}{n} \right]^2} \quad (2.20)$$

di mana

- n : ukuran contoh
- S : koefisien *skewness* dari sisaan
- K : koefisien *kurtosis*

H_0 akan diterima apabila statistik uji $JB \leq \chi^2_{\alpha,df}$ atau $p\text{-value} > \alpha$. Dalam hal ini, $p\text{-value}$ dapat dicari melalui persamaan berikut.

$$p\text{-value} = P(\chi^2_{df} \geq JB) \quad (2.21)$$

Uji non-autokorelasi untuk regresi data panel dilakukan dengan menggunakan *Wooldridge test* (Croissant dan Millo, 2008). Hipotesis dalam uji ini adalah :

- H_0 : tidak terdapat autokorelasi
- H_1 : terdapat autokorelasi

Prosedur yang dilakukan dalam uji *Wooldridge* ini adalah mengestimasi model FE dan mendapatkan residualnya. Kemudian, dilakukan estimasi terhadap model AR(1) (Croissant dan Millo, 2008). Apabila $p\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima, sehingga dapat dikatakan tidak terdapat autokorelasi dan sebaliknya.

Pengujian homoskedastisitas dapat dilakukan menggunakan uji *Breusch-Pagan*. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.



- H_0 : tidak terjadi heteroskedastisitas (homoskedastisitas terpenuhi)
 H_1 : terjadi heteroskedastisitas

Statistik uji dalam *Breusch-Pagan test* adalah sebagai berikut (Fitriani dan Efendi, 2019).

$$BP = nR^2 \sim \chi_{p-1}^2 \quad (2.22)$$

Apabila nilai $BP < \chi_{\alpha,df}^2$ atau $p\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima, sehingga dapat dikatakan asumsi homoskedastisitas terpenuhi dan sebaliknya. Nilai R^2 dalam persamaan (2.22) merupakan koefisien determinasi dari regresi antara \hat{u}_i^2 sebagai variabel dependen dengan variabel independen yang digunakan dalam model. Adapun sisaan \hat{u} diperoleh dari $\hat{\mathbf{u}} = \mathbf{y} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}$. Dalam hal ini, $p\text{-value}$ dapat dicari melalui persamaan berikut.

$$p\text{-value} = P(\chi_{(df)}^2 \geq BP) \quad (2.23)$$

2.3. Geographically Weighted Regression

Geographically Weighted Regression (GWR) merupakan suatu penemuan baru dalam pemodelan spasial. Konsep dasar dari GWR adalah parameter dapat diduga di setiap lokasi yang diberi satu variabel dependen dan satu atau beberapa variabel independen (Charlton dkk., 2009).

Menurut Fotheringham dkk. (2002), persamaan model GWR adalah

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_j \beta_j(u_i, v_i)X_{ij} + \varepsilon_i \quad (2.24)$$

di mana

- (u_i, v_i) : koordinat lokasi ke- i
 $\beta_j(u_i, v_i)$: koefisien regresi variabel independen ke- j bagi setiap lokasi



2.3.1. Penentuan Jarak dan *Bandwidth*

Dalam model GWR, digunakan koordinat spasial *longitude* dan *latitude* dalam pembobotan dan pembentukan modelnya. *Longitude* merupakan garis membujur yang menghubungkan antara sisi utara dan sisi selatan bumi yang digunakan untuk mengukur sisi barat-timur koordinat suatu titik di belahan bumi, sedangkan *latitude* merupakan garis melintang di antara kutub utara dan kutub selatan yang menghubungkan sisi timur dan barat bagian bumi yang dijadikan ukuran dalam mengukur sisi utara-selatan koordinat suatu titik di belahan bumi. Apabila terdapat sebuah lokasi i dengan koordinat (u_i, v_i) , maka jarak lokasi tersebut dengan lokasi j dengan koordinat (u_j, v_j) dapat dihitung menggunakan jarak *Euclidean* dengan persamaan sebagai berikut (Caraka dan Yasin, 2017).

$$d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2} \quad (2.25)$$

Bandwidth adalah ukuran peluruhan jarak dalam fungsi pembobotan dan menunjukkan sejauh mana hasil kalibrasi lokal yang dihasilkan diperhalus. Untuk menentukan nilai *bandwidth* optimum, dapat dilakukan dengan mencari nilai *cross validation* (CV) yang minimum dengan persamaan sebagai berikut (Fotheringham dkk., 2002).

$$CV = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(b))^2 \quad (2.26)$$

di mana

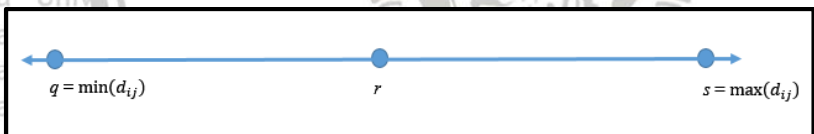
- i = 1, 2, ..., n
- y_i : variabel dependen di pengamatan ke- i
- $\hat{y}_{\neq i}(b)$: nilai duga y_i dengan *bandwidth* b , namun pengamatan untuk titik i dihilangkan dari proses estimasi
- \hat{y}_i = $\mathbf{x}_i' \hat{\beta}_j(u_i, v_i) = \mathbf{x}_i' (\mathbf{X}' \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}' \mathbf{W}(u_i, v_i) \mathbf{y}$

Pengamatan titik ke- i dihilangkan dari proses estimasi dengan alasan agar tidak menghasilkan nilai CV nol. Hal ini dikarenakan apabila nilai b terlalu kecil, maka akan menyebabkan nilai pembobot untuk seluruh titik bernilai nol kecuali pada titik i itu sendiri, sehingga nilai



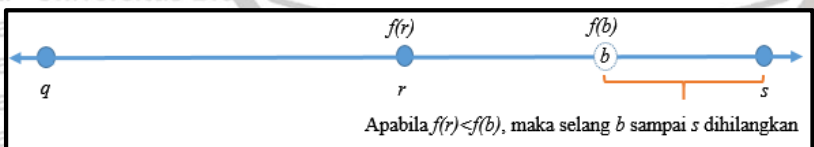
duga (*fitted value*) akan bernilai sama dengan nilai aktualnya, dan menyebabkan nilai CV menjadi nol (Fotheringham dkk., 2002).

Pemilihan *bandwidth* optimum dilakukan dengan cara memilih *bandwidth* dengan nilai CV yang minimum. Dalam meminimumkan nilai CV, dapat digunakan teknik *golden section search*, yaitu dengan cara mengevaluasi fungsi dari tiga nilai yang berbeda, misalnya q, r, s di mana $q < r < s$. Nilai q dan s masing-masing diperoleh dari nilai minimum dan maksimum d_{ij} . Ketiga nilai tersebut diibaratkan sebagai *bandwidth* yang menghasilkan nilai fungsi $f(q), f(r), f(s)$ yang disebut *triplet*. Fungsi tersebut merupakan nilai CV dari ketiga *bandwidth*. Kondisi di atas diilustrasikan sebagai berikut.



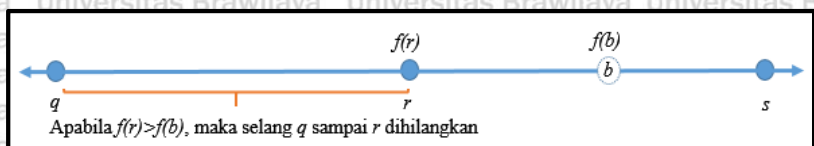
Gambar 2. 1 Ilustrasi 1 Pemilihan *Bandwidth*

Setelah itu, ditambahkan satu nilai yaitu b yang dapat diletakkan di antara q dan r atau r dan s . Apabila nilai $f(r) < f(b)$, maka s dihapus, dan didapatkan *triplet* baru yaitu $q < r < b$.



Gambar 2. 2 Ilustrasi 2 Pemilihan *Bandwidth*

Apabila nilai $f(r) > f(b)$, maka q dihapus, dan didapatkan *triplet* baru yaitu $r < b < s$.



Gambar 2. 3 Ilustrasi 3 Pemilihan *Bandwidth*

Proses tersebut diulang sampai dengan dua nilai $f(b)$ yang dihasilkan mendekati sama (Fotheringham dkk., 2002).



2.3.2. Fungsi Pembobot GWR

Dalam pemodelan GWR, terdapat fungsi pembobot yang dinyatakan dalam matriks $W(u_i, v_i)$. Menurut Fotheringham dkk. (2002) pada GWR setiap titik data diberi bobot berdasarkan jaraknya dari titik regresi. Titik data yang mendekati titik regresi memiliki bobot lebih besar dibandingkan dengan titik yang lebih jauh. Salah satu jenis fungsi pembobot dalam GWR adalah fungsi pembobot Kernel, yang kemudian dibagi menjadi fungsi 1) *fixed kernel* dan 2) *adaptive kernel*.

1) *Fixed Kernel*

Pada fungsi pembobot ini memiliki *bandwidth* yang sama di setiap lokasi pengamatan. Berikut adalah macam-macam fungsi *fixed kernel*.

a. Fungsi Pembobot *Fixed Gaussian*

$$w_{ij} = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{b} \right)^2 \right] \quad (2.27)$$

b merupakan *bandwidth*. Apabila i dan j bertepatan, maka pembobotan data pada titik tersebut adalah satu dan bobot data lainnya akan berkurang menurut kurva *gaussian* seiring bertambahnya jarak antara i dan j (Fotheringham dkk., 2002).

b. Fungsi Pembobot *Fixed Bisquare*

$$w_{ij} = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{d_{ij}}{b} \right)^2 \right]^2 & \text{jika } d_{ij} < b \\ 0 & \text{selainnya} \end{cases} \quad (2.28)$$

Pembobot *bisquare* sangat berguna karena menyediakan fungsi pembobot kontinu yang mendekati fungsi pembobot *gaussian* hingga jarak b dari titik regresi dan kemudian nol untuk setiap titik data di luar b (Fotheringham dkk., 2002).

c. Fungsi Pembobot *Fixed Tricube*

Selain pembobot *bisquare*, terdapat fungsi pembobot lain yaitu *tricube* dengan persamaan sebagai berikut (Lombard dkk., 2017).



$$w_{ij} = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^3\right]^3 & \text{jika } d_{ij} < b \\ 0 & \text{selainnya} \end{cases} \quad (2.29)$$

2) *Adaptive Kernel*

Selain fungsi pembobot *fixed kernel*, terdapat fungsi pembobot lain yaitu *adaptive kernel*. Masalah potensial yang mungkin timbul dalam penerapan GWR dengan fungsi pembobot *fixed kernel* adalah bahwa untuk beberapa titik regresi, di mana data yang digunakan jarang, model lokal kemungkinan akan dikalibrasi pada titik data yang sangat sedikit. Dalam kasus ekstrim, estimasi beberapa parameter kemungkinan tidak dapat dilakukan karena variasi yang tidak mencukupi dalam sampel kecil. Oleh karena itu, untuk mengurangi masalah ini, kernel spasial pada analisis GWR dapat dibuat untuk menyesuaikan ukuran variasi kepadatan data, sehingga kernel akan memiliki *bandwidth* yang lebih besar di mana data jarang dan memiliki *bandwidth* yang lebih kecil di mana data berlimpah. Fungsi pembobot demikian dinamakan fungsi pembobot *adaptive kernel* (Fotheringham dkk., 2002). Fungsi pembobot ini memiliki *bandwidth* yang berbeda di setiap lokasi pengamatan, ditandai dengan adanya indeks i pada nilai b (Susanti dkk., 2016). Fungsi pembobot *adaptive kernel* dapat disesuaikan dengan titik lokasi pengamatan (Maulani dkk., 2016). Berikut macam-macam fungsi pembobot *adaptive kernel*.

a. *Adaptive Gaussian kernel*

$$w_{ij} = \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{b_i}\right)^2\right] \quad (2.30)$$

Pembobot *adaptive Gaussian kernel* w_{ij} adalah pembobot yang merupakan fungsi kontinu dari d_{ij} . Pada persamaan (2.30), b_i merupakan *bandwidth* di setiap lokasi. Pada data yang jauh dari titik i , pembobot akan turun mendekati nol dan dengan demikian akan mengecualikan penfamatan tersebut dari proses estimasi parameter untuk lokasi i (Fotheringham dkk., 2002). Pada fungsi pembobot ini, meskipun jarak antara



lokasi j dan i sangat jauh, lokasi j kemungkinan masih mendapatkan pembobot meskipun nilainya sangat kecil.

b. *Adaptive bisquare kernel*

$$w_{ij} = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{d_{ij}}{b_i}\right)^2\right]^2 & \text{jika } d_{ij} < b_i \\ 0 & \text{selainnya} \end{cases} \quad (2.31)$$

Merupakan fungsi pembobot kontinu sampai jarak b_i yang merupakan *bandwidth* dari titik i dan akan bernilai nol pada lokasi yang memiliki jarak d_{ij} lebih besar dari b_i . (Fotheringham dkk., 2002). Pada pembobot ini, lokasi dengan jarak yang sangat jauh akan dianggap tidak berpengaruh pada titik i .

c. *Adaptive tricube kernel*

$$w_{ij} = \begin{cases} \left[1 - \left(\frac{d_{ij}}{b_i}\right)^3\right]^3 & \text{jika } d_{ij} < b_i \\ 0 & \text{selainnya} \end{cases} \quad (2.32)$$

Pada fungsi *adaptive tricube kernel*, d_{ij} merupakan jarak titik i dan j . Pengamatan yang lebih dekat akan menerima pembobot yang lebih besar, dan apabila d_{ij} lebih dari *bandwidth* b_i , maka akan memiliki bobot nol. Fungsi pemvovot *adaptive tricube* ini cocok untuk menentukan bobot pada pengamatan yang saling berdekatan (McMillen, 1996).

2.3.3. Pendugaan Parameter GWR

Dalam GWR sebuah observasi diberi bobot sesuai dengan kedekatannya ke lokasi ke- i sehingga pembobotan suatu pengamatan tidak konstan dan bervariasi. Bobot untuk data pengamatan yang lebih dekat dengan lokasi i akan lebih besar dibandingkan dengan data pengamatan yang lebih jauh. Pendugaan parameter pada model GWR dapat menggunakan persamaan berikut (Fotheringham dkk., 2002).

$$\hat{\beta}_j(u_i, v_i) = (\mathbf{X}'\mathbf{W}(u_i, v_i)\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{W}(u_i, v_i)\mathbf{y} \quad (2.33)$$



di mana

$\hat{\beta}_j(u_i, v_i)$: vektor penduga parameter variabel independen ke- j lokasi ke- i

Adapun $W(u_i, v_i)$ merupakan matriks pembobot berukuran $n \times n$ untuk setiap titik regresi ke- i yang diagonalnya berisi pembobot geografis dari setiap pengamatan dan selainnya berisi nol (Fotheringham dkk., 2002). Matriks $W(u_i, v_i)$ sebagai berikut.

$$W(u_i, v_i) = \begin{bmatrix} w_1(u_i, v_i) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_2(u_i, v_i) & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & w_n(u_i, v_i) \end{bmatrix}$$

2.3.4. Pengujian Hipotesis GWR

Uji kesesuaian model GWR dilakukan dengan pengujian secara serentak. Hipotesisnya adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_j(u_i, v_i) = \beta_j$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j(u_i, v_i) \neq \beta_j$$

Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut (Fotheringham dkk., 2002).

$$F = \frac{RSS(H_0)/df_1}{RSS(H_1)/df_2} \quad (2.34)$$

di mana

$RSS(H_0)$: *Residual Sum of Square* dari model regresi menggunakan OLS

$RSS(H_1)$: *Residual Sum of Square* dari model GWR

$$RSS(H_0) = \mathbf{y}'(\mathbf{I} - \mathbf{H})\mathbf{y}$$

$$RSS(H_1) = \mathbf{y}'(\mathbf{I} - \mathbf{S})'(\mathbf{I} - \mathbf{S})\mathbf{y}$$

$$\mathbf{H} = \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'$$

$$df_1 = n - p - 1$$

$$df_2 = n - 2tr(\mathbf{S}) + tr(\mathbf{S}'\mathbf{S})$$



S merupakan matriks proyeksi yang memenuhi $\hat{y} = Sy$. Setiap baris r_i dari matrik S dinyatakan sebagai berikut (Fotheringham dkk., 2002).

$$r_i = X_i(X'W(u_i, v_i)X)^{-1}X'W(u_i, v_i) \quad (2.35)$$

Apabila nilai F lebih dari $F_{\alpha}(df_1, df_2)$ atau $p\text{-value} < \alpha$, maka tolak H_0 dan sebaliknya.

Untuk menguji signifikansi parameter, dilakukan pengujian secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut (Caraka dan Yasin, 2017).

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

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

Statistik uji yang digunakan adalah

$$t_{hit} = \frac{\hat{\beta}_j(u_i, v_i)}{\hat{\sigma} \sqrt{C_{jj}}} \quad (2.36)$$

di mana

$$C_{jj} = \text{diagonal dari matriks } C_i C_i'$$

$$C_i = (X'W(u_i, v_i)X)^{-1}X'W(u_i, v_i)$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{RSS(H_1)/\delta_1}$$

H_0 akan ditolak apabila $|t_{hit}| > t_{\alpha/2}(df_2)$ atau $p\text{-value} < \alpha$ seperti pada persamaan (2.8).

2.4. Geographically Weighted Panel Regression

Geographically Weighted Panel Regression (GWPR) merupakan gabungan dari GWR dan data panel. Analisis ini dikembangkan karena regresi lokal seperti GWR cenderung menangkap hubungan dengan lebih baik dan analisis data panel juga memberikan berbagai kelebihan. Gabungan antara GWR dan analisis data panel menjadikan metode GWPR memiliki berbagai kelebihan pula, seperti dimensi temporal yang ditambahkan memperbesar ukuran sampel sehingga mengandung lebih banyak derajat kebebasan, menambahkan lebih banyak variabilitas, membuat lebih sedikit kolinearitas di antara



variabel, dan memberikan lebih banyak efisiensi untuk estimasi (Yu, 2010).

Dengan GWR, diperhitungkan aspek lokasi pengamatan, sehingga, setiap daerah pengamatan memiliki nilai parameter yang berbeda sesuai dengan bobot berdasarkan lokasi pengamatannya. Kemudian, dengan melibatkan data panel, data yang diberikan akan lebih informatif, lebih banyak variabilitas, lebih memberikan sedikit kolinearitas antarvariabel, mengandung lebih banyak derajat kebebasan, dan memberikan lebih banyak efisiensi untuk estimasi. Pada umumnya, suatu penelitian mengenai *time series* akan menimbulkan masalah multikolinieritas. Namun, pada data panel, kemungkinan terjadi multikolinieritas lebih kecil. Estimasi parameter yang dihasilkan akan lebih baik karena data yang lebih besar dan informatif. Selain itu, dengan melibatkan data panel dapat lebih mampu mengidentifikasi dan mengukur efek yang tidak dapat dideteksi dalam data *cross-section* maupun *time series* murni. Dengan menggunakan pengamatan *cross-section* berulang, bisa menangkap perubahan yang dinamis (Baltagi, 2005; Gujarati, 2004).

Persamaan umum dari GWPR dengan model *fixed effect* menggunakan *within estimator* adalah sebagai berikut (Rahayu, 2017).

$$\dot{y}_{it} = \beta_0(u_{it}, v_{it}) + \sum_{j=1}^p \beta_j(u_{it}, v_{it}) \dot{x}_{itj} + \dot{\varepsilon}_{it} \quad (2.37)$$

di mana

$j = 1, 2, \dots, p$

$i = 1, 2, \dots, n$

$t = 1, 2, \dots, T$

\dot{y}_{it} : nilai rata-rata terkoreksi variabel dependen dari pengamatan ke- i pada waktu ke- t

\dot{x}_{itj} : nilai rata-rata terkoreksi variabel independen dari pengamatan ke- i pada waktu ke- t

$\beta_0(u_{it}, v_{it})$: intersep pada pengamatan ke- i pada waktu ke- t

$\beta_j(u_{it}, v_{it})$: koefisien regresi variabel independen ke- j pengamatan ke- i pada waktu ke- t

(u_{it}, v_{it}) : koordinat pengamatan ke- i pada waktu ke- t

$\dot{\varepsilon}_{it}$: galat pengamatan ke- i pada waktu ke- t



Model umum GWPR tersebut didapatkan dari gabungan antara GWR dengan regresi panel FEM, di mana melibatkan unsur waktu pada model GWR (Meutuah dkk., 2017).

Persamaan (2.37) dapat dituliskan dalam bentuk matriks sebagai berikut (Rahayu, 2017).

$$\mathbf{\hat{y}} = \mathbf{\hat{X}}\boldsymbol{\beta}(u_{it}, v_{it}) + \boldsymbol{\hat{\epsilon}}_{it} \quad (2.38)$$

dengan

$$\mathbf{\hat{y}} = \begin{bmatrix} \hat{y}_{11} \\ \hat{y}_{21} \\ \vdots \\ \hat{y}_{N1} \\ \hat{y}_{12} \\ \hat{y}_{22} \\ \vdots \\ \hat{y}_{N2} \\ \vdots \\ \hat{y}_{1T} \\ \hat{y}_{2T} \\ \vdots \\ \hat{y}_{NT} \end{bmatrix} \quad \mathbf{\hat{X}} = \begin{bmatrix} 1 & \hat{x}_{111} & \hat{x}_{112} & \dots & \hat{x}_{11p} \\ 1 & \hat{x}_{211} & \hat{x}_{212} & \dots & \hat{x}_{21p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \hat{x}_{N11} & \hat{x}_{N12} & \dots & \hat{x}_{N1p} \\ 1 & \hat{x}_{121} & \hat{x}_{122} & \dots & \hat{x}_{12p} \\ 1 & \hat{x}_{221} & \hat{x}_{222} & \dots & \hat{x}_{22p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \hat{x}_{N21} & \hat{x}_{N22} & \dots & \hat{x}_{N2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \hat{x}_{1T1} & \hat{x}_{1T2} & \dots & \hat{x}_{1Tp} \\ 1 & \hat{x}_{2T1} & \hat{x}_{2T2} & \dots & \hat{x}_{2Tp} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & \hat{x}_{NT1} & \hat{x}_{NT2} & \dots & \hat{x}_{NTp} \end{bmatrix} \quad \boldsymbol{\hat{\epsilon}} = \begin{bmatrix} \hat{\epsilon}_{11} \\ \hat{\epsilon}_{21} \\ \vdots \\ \hat{\epsilon}_{N1} \\ \hat{\epsilon}_{12} \\ \hat{\epsilon}_{22} \\ \vdots \\ \hat{\epsilon}_{N2} \\ \vdots \\ \hat{\epsilon}_{1T} \\ \hat{\epsilon}_{2T} \\ \vdots \\ \hat{\epsilon}_{NT} \end{bmatrix}$$

$$\boldsymbol{\beta}(u_{it}, v_{it}) = \begin{bmatrix} \beta_0(u_{it}, v_{it}) \\ \beta_1(u_{it}, v_{it}) \\ \beta_2(u_{it}, v_{it}) \\ \vdots \\ \beta_p(u_{it}, v_{it}) \end{bmatrix}$$

2.4.1. Pengujian Multikolinearitas

Multikolinearitas merupakan suatu kondisi di mana terdapat hubungan linier antara beberapa atau seluruh variabel independen. Untuk mendeteksi adanya multikolinearitas, dapat dilakukan dengan menghitung nilai *Variance-Inflating Factor* (VIF). Berikut adalah persamaannya (Gujarati, 2004).



$$VIF = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad (2.39)$$

di mana

R_j^2 : koefisien determinasi variabel independen ke- j dengan variabel independen yang lain

$$R_j^2 = \frac{JK_{Regresi}}{JK_{Total}}$$

$$JK_{Regresi} = \hat{\beta}' X' y - \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2 / n$$

$$JK_{Total} = y' y - \left(\sum_{i=1}^n Y_i \right)^2 / n$$

$\hat{\beta}$: vektor penduga beta

X : matriks dari variabel independen

y : vektor dari variabel dependen

Y_i : variabel dependen ke- i

Apabila nilai $VIF > 10$, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat multikolinearitas antarvariabel independen.

2.4.2. Pengujian Heterogenitas Spasial

Pada data yang berhubungan dengan spasial atau lokasi tertentu cenderung non-homogen dan bervariasi antar lokasi, area, atau karakteristik lain dari unit spasial tersebut. Heterogenitas spasial merujuk pada variasi dalam hubungan antarruang. Heterogenitas spasial dapat diketahui dengan melakukan uji *Breusch Pagan* (Anselin, 1988). Berikut adalah hipotesis yang digunakan.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \sigma_i^2 \neq \sigma^2$$

Adapun statistik ujinya adalah sebagai berikut.

$$BP = \left(\frac{1}{2} \right) f' Z (Z' Z)^{-1} Z' f + \left(\frac{1}{T} \right) \left[\frac{e' W e}{\sigma^2} \right]^2 \sim \chi_{\alpha}^2 (P+1) \quad (2.40)$$



di mana

$$\mathbf{f} = (f_1, f_2, \dots, f_n), f_i = \frac{e_i^2}{\sigma^2} - 1$$

$$T = \text{tr}[\mathbf{W}'\mathbf{W} + \mathbf{W}^2]$$

\mathbf{e} : vektor galat

σ^2 : ragam galat

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

\mathbf{W} : matriks pembobot

$$\mathbf{W} = \text{diag}[w_{it}(u_i, v_i) \dots w_{it}(u_i, v_i)]$$

Pembobot dalam model GWPR sama dengan pembobot dalam model GWR, yaitu dapat dicari dengan menggunakan fungsi *fixed kernel* maupun *adaptive kernel*. H_0 akan ditolak apabila $BP > \chi_{\alpha}^2(p+1)$ atau $p\text{-value} < \alpha$, dan dapat disimpulkan bahwa terdapat heterogenitas spasial. Dalam hal ini, $p\text{-value}$ dapat dicari melalui persamaan berikut.

$$p\text{-value} = P(\chi_{(df)}^2 \geq BP) \quad (2.41)$$

2.4.3. Pendugaan Parameter GWPR

Pendugaan parameter dari model GWPR dilakukan dengan menggunakan pendekatan *Weighted Least Square* (WLS). Adapun pendugaan parameter GWPR dapat diperoleh dengan memberikan pembobot untuk setiap lokasi pada persamaan (2.37) (Rahayu, 2017).

$$\begin{aligned} w_{it}^{\frac{1}{2}}(u_{it}, v_{it})\dot{y}_{it} &= w_{it}^{\frac{1}{2}}(u_{it}, v_{it})\beta_0(u_{it}, v_{it}) \\ &+ w_{it}^{\frac{1}{2}}(u_{it}, v_{it}) \sum_{j=1}^p \beta_j(u_{it}, v_{it})\dot{x}_{itj} \\ &+ w_{it}^{\frac{1}{2}}(u_{it}, v_{it})\dot{\varepsilon}_{it} \end{aligned} \quad (2.42)$$

Kemudian dari persamaan (2.42) diminimumkan jumlah kuadrat sisaannya (Rahayu, 2017).



$$\begin{aligned}
w_{it}^{\frac{1}{2}}(u_{it}, v_{it})\ddot{\varepsilon}_{it} &= w_{it}^{\frac{1}{2}}(u_{it}, v_{it})\ddot{y}_{it} \\
&\quad - w_{it}^{\frac{1}{2}}(u_{it}, v_{it})\beta_0(u_{it}, v_{it}) \\
&\quad - w_{it}^{\frac{1}{2}}(u_{it}, v_{it}) \sum_{j=1}^p \beta_j(u_{it}, v_{it})\ddot{x}_{itj} \\
&= w_{it}^{\frac{1}{2}}(u_{it}, v_{it}) \left[\ddot{y}_{it} - \beta_0(u_{it}, v_{it}) \right. \\
&\quad \left. - \sum_{j=1}^p \beta_j(u_{it}, v_{it})\ddot{x}_{itj} \right] \\
\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N w_{it}(u_{it}, v_{it})\ddot{\varepsilon}_{it}^2 &= \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N w_{it}(u_{it}, v_{it}) \left[\ddot{y}_{it} \right. \\
&\quad \left. - \beta_0(u_{it}, v_{it}) - \sum_{j=1}^p \beta_j(u_{it}, v_{it})\ddot{x}_{itj} \right]^2
\end{aligned}$$

Dalam bentuk matriks dapat diselesaikan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
\varepsilon'W(u_{it}, v_{it})\varepsilon &= [\ddot{y} - \ddot{X}\beta(u_{it}, v_{it})]'W(u_{it}, v_{it})[\ddot{y} - \ddot{X}\beta(u_{it}, v_{it})] \\
&= \ddot{y}'W(u_{it}, v_{it})\ddot{y} - \ddot{y}'W(u_{it}, v_{it})\ddot{X}\beta(u_{it}, v_{it}) \\
&\quad - \beta'(u_{it}, v_{it})\ddot{X}'W(u_{it}, v_{it})\ddot{y} \\
&\quad + \beta'(u_{it}, v_{it})\ddot{X}'W(u_{it}, v_{it})\ddot{X}\beta(u_{it}, v_{it}) \\
&= \ddot{y}'W(u_{it}, v_{it})\ddot{y} - 2\beta'(u_{it}, v_{it})\ddot{X}'W(u_{it}, v_{it})\ddot{y} \\
&\quad + \beta'(u_{it}, v_{it})\ddot{X}'W(u_{it}, v_{it})\ddot{X}\beta(u_{it}, v_{it})
\end{aligned}$$

Kemudian diturunkan terhadap $\beta(u_{it}, v_{it})$ dan disamadengkan nol.

$$\frac{\partial(\varepsilon'W(u_{it}, v_{it})\varepsilon)}{\partial(\beta(u_{it}, v_{it}))} = 0$$

$$0 - 2\ddot{X}'W(u_{it}, v_{it})\ddot{y} + 2\ddot{X}'W(u_{it}, v_{it})\ddot{X}\hat{\beta}(u_{it}, v_{it}) = 0$$

$$2\ddot{X}'W(u_{it}, v_{it})\ddot{X}\hat{\beta}(u_{it}, v_{it}) = 2\ddot{X}'W(u_{it}, v_{it})\ddot{y}$$



$$\ddot{\mathbf{X}}' \mathbf{W}(u_{it}, v_{it}) \ddot{\mathbf{X}} \hat{\boldsymbol{\beta}}(u_{it}, v_{it}) = \ddot{\mathbf{X}}' \mathbf{W}(u_{it}, v_{it}) \ddot{\mathbf{y}}$$

$$\begin{aligned} (\ddot{\mathbf{X}}' \mathbf{W}(u_{it}, v_{it}) \ddot{\mathbf{X}})^{-1} \ddot{\mathbf{X}}' \mathbf{W}(u_{it}, v_{it}) \ddot{\mathbf{X}} \hat{\boldsymbol{\beta}}(u_{it}, v_{it}) \\ = (\ddot{\mathbf{X}}' \mathbf{W}(u_{it}, v_{it}) \ddot{\mathbf{X}})^{-1} \ddot{\mathbf{X}}' \mathbf{W}(u_{it}, v_{it}) \ddot{\mathbf{y}} \end{aligned}$$

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}(u_{it}, v_{it}) = (\ddot{\mathbf{X}}' \mathbf{W}(u_{it}, v_{it}) \ddot{\mathbf{X}})^{-1} \ddot{\mathbf{X}}' \mathbf{W}(u_{it}, v_{it}) \ddot{\mathbf{y}}$$

Berdasarkan uraian di atas, diperoleh penduga untuk koefisien GWPR adalah sebagai berikut (Rahayu, 2017).

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}(u_{it}, v_{it}) = (\ddot{\mathbf{X}}' \mathbf{W}(u_{it}, v_{it}) \ddot{\mathbf{X}})^{-1} \ddot{\mathbf{X}}' \mathbf{W}(u_{it}, v_{it}) \ddot{\mathbf{y}} \quad (2.43)$$

di mana :

$\hat{\boldsymbol{\beta}}(u_{it}, v_{it})$ merupakan vektor penduga parameter regresi dan $\mathbf{W}(u_{it}, v_{it})$ merupakan matriks pembobot berukuran $Nt \times Nt$ untuk setiap titik regresi ke- i dan waktu ke- t yang diagonalnya berisi pembobot geografis dari setiap pengamatan dan selainnya berisi nol (Rahayu, 2017).

$$\mathbf{W}(u_{it}, v_{it}) = \begin{bmatrix} w_{it11} & \cdots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & \cdots & w_{itN1} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & w_{it12} & \cdots & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & w_{itN2} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & w_{it1T} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & w_{itNT} \end{bmatrix}$$

2.4.4. Pengujian Hipotesis GWPR

Uji kesesuaian model GWPR dilakukan dengan pengujian secara serentak. Hipotesisnya adalah sebagai berikut (Fotheringham dkk., 2002).

H_0 : $\beta_j(u_{it}, v_{it}) = \beta_j$ (tidak ada perbedaan antara model regresi global dengan GWPR)

H_1 : minimal ada satu $\beta_j(u_{it}, v_{it}) \neq \beta_j$ (ada perbedaan antara model regresi global dengan GWPR)

Statistik uji yang digunakan adalah

$$F = \frac{RSS_{Global}/df_1}{RSS_{GWPR}/df_2} \quad (2.44)$$

di mana

$$df_1 = n - p - 1$$

$$df_2 = n - 2tr(\mathbf{S}) + tr(\mathbf{S}'\mathbf{S})$$

Regresi global yang dimaksud di sini adalah model regresi data panel *fixed effect* seperti pada persamaan (2.11). Apabila nilai F lebih dari $F_\alpha(df_1, df_2)$ atau $p\text{-value} < \alpha$, maka tolak H_0 dan sebaliknya.

Untuk menguji signifikansi parameter, dilakukan pengujian secara parsial dengan hipotesis sebagai berikut (Rahayu, 2017).

$$H_0 : \beta_j(u_{it}, v_{it}) = 0$$

$$H_1 : \beta_j(u_{it}, v_{it}) \neq 0$$

Statistik uji yang digunakan adalah

$$t_{hit} = \frac{\hat{\beta}_j(u_{it}, v_{it})}{\hat{\sigma} \sqrt{C_{jj}}} \quad (2.45)$$

di mana

C_{jj} : diagonal dari matriks $\mathbf{C}_i \mathbf{C}_i'$

$$\mathbf{C}_i = (\mathbf{X}'\mathbf{W}(u_{it}, v_{it})\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{W}(u_{it}, v_{it})$$

$$\hat{\sigma} = \sqrt{RSS_{GWPR}/\delta_1}$$

Nilai t_{hit} akan berdistribusi t dengan derajat bebas df_2 . H_0 akan ditolak apabila $|t_{hit}| > t_{\alpha/2(df)}$ atau $p\text{-value}$ kurang dari α .

2.4.5. Penentuan Model Terbaik GWPR

Salah satu cara untuk menentukan fungsi pembobot mana yang menghasilkan model terbaik adalah menggunakan nilai *Akaike*



Information Criterion (AIC). Menurut Fotheringham dkk. (2002), AIC dapat dicari melalui persamaan berikut.

$$AIC = 2n \log_e(\hat{\sigma}) + n \log_e(2\pi) + n \left\{ \frac{n + \text{tr}(\mathbf{S})}{n - 2 - \text{tr}(\mathbf{S})} \right\} \quad (2.46)$$

di mana

$\hat{\sigma}$: nilai duga dari standar deviasi residual

\mathbf{S} : matriks proyeksi, di mana $\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{S}\mathbf{y}$

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{RSS}{n}$$

$$RSS = \mathbf{y}'(\mathbf{I} - \mathbf{S})'(\mathbf{I} - \mathbf{S})\mathbf{y}$$

2.5. Tinjauan Non Statistika

Pada subbab ini, akan dijelaskan mengenai variabel-variabel yang digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini menggunakan studi kasus mengenai IPM dari 34 Provinsi yang ada di Indonesia. Hal ini dikarenakan Indonesia merupakan negara dengan jumlah penduduk yang besar. Kualitas hidup dari penduduk di Indonesia harus diperhatikan, salah satu cara untuk mengukurnya adalah menggunakan IPM. IPM terdiri dari 3 dimensi, yaitu umur panjang dan hidup sehat, pendidikan, dan standar hidup layak. Variabel independen UHH dipilih untuk mewakili dimensi umur panjang dan hidup sehat, HLS dipilih untuk mewakili dimensi pendidikan, dan pengeluaran per kapita disesuaikan dipilih untuk mewakili dimensi standar hidup yang layak.

2.5.1. Indeks Pembangunan Manusia (IPM)

Pembangunan manusia merupakan perluasan pilihan masyarakat untuk hidup dengan bebas dan bermartabat dan perluasan kapabilitas untuk memenuhi aspirasi. Pembangunan manusia juga berarti perubahan positif pada manusia seutuhnya, fokus pada masyarakat dan kesejahteraannya, dan menjadi tujuan akhir dari segala macam pembangunan. Pembangunan manusia digunakan sebagai salah satu cara untuk pengukuran terhadap kualitas manusia di suatu daerah. Pengukuran pembangunan manusia pertama kali diperkenalkan oleh UNDP pada tahun 1990. UNDP memperkenalkan sebuah gagasan baru dalam pengukuran pembangunan manusia yang disebut sebagai Indeks Pembangunan Manusia (IPM). IPM menjelaskan bagaimana



penduduk dapat mengakses hasil pembangunan dalam memperoleh pendapatan, kesehatan, pendidikan, dan aspek lain dalam kehidupan (BPS, 2020).

IPM terdiri dari tiga dimensi, yaitu dimensi umur panjang dan hidup sehat yang diwakili oleh Umur Harapan Hidup (UHH), pengetahuan yang diwakili oleh Harapan Lama Sekolah (HLS) dan Rata-rata Lama Sekolah (RLS), serta standar hidup yang layak yang diwakili oleh pengeluaran per kapita disesuaikan. Tinggi rendahnya nilai IPM tidak bisa lepas dari program pembangunan yang dilakukan oleh pemerintah pusat maupun daerah. Peningkatannya juga tidak bisa secara instan, namun membutuhkan proses yang bertahap dan memerlukan waktu yang cukup panjang. Maka dari itu, program pembangunan manusia perlu dilaksanakan secara berkesinambungan dan terus dipantau agar lebih terarah (BPS, 2020).

Dalam mengukur IPM, masing-masing komponen dalam IPM dihitung indeksnya. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (BPS, 2020).

$$I_{UHH} = \frac{UHH - UHH_{min}}{UHH_{maks} - UHH_{min}} \quad (2.47)$$

$$I_{HLS} = \frac{HLS - HLS_{min}}{HLS_{maks} - HLS_{min}} \quad (2.48)$$

$$I_{RLS} = \frac{RLS - RLS_{min}}{RLS_{maks} - RLS_{min}} \quad (2.49)$$

$$I_{pengetahuan} = \frac{I_{HLS} + I_{RLS}}{2} \quad (2.50)$$

$$I_{pengeluaran} = \frac{\ln(\text{pengeluaran}) - \ln(\text{pengeluaran}_{min})}{\ln(\text{pengeluaran}_{maks}) - \ln(\text{pengeluaran}_{min})} \quad (2.51)$$

$$IPM = \sqrt[3]{I_{UHH} \times I_{pengetahuan} \times I_{pengeluaran}} \times 100 \quad (2.52)$$

Capaian IPM antar wilayah dapat dilihat melalui pengelompokan IPM ke dalam beberapa kategori, yaitu rendah ($IPM < 60$), sedang



($60 \leq \text{IPM} < 70$), tinggi ($70 \leq \text{IPM} < 80$), dan sangat tinggi ($\text{IPM} \geq 80$) (BPS, 2020).

IPM juga menjadi salah satu alokator penentuan Dana Alokasi Umum (DAU). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2005, DAU merupakan dana yang bersumber dari pendapatan APBN yang dialokasikan dengan tujuan pemerataan kemampuan keuangan antardaerah untuk mendanai kebutuhan daerah dalam rangka pelaksanaan desentralisasi. Perhitungan alokasi DAU dihitung melalui rumus yang terdiri dari celah fiskal dan alokasi dasar. Celah fiskal merupakan selisih antara kebutuhan fiskal dan kapasitas fiskal, di mana kebutuhan fiskal diukur menggunakan beberapa variabel, yaitu jumlah penduduk, luas wilayah, Indeks Kemahalan Konstruksi, Produk Domestik Regional Bruto per kapita, dan IPM. Kapasitas fiskal diukur berdasarkan Pendapatan Asli Daerah dan Dana Bagi Hasil (DBH). Alokasi dasar dihitung berdasarkan jumlah gaji Pegawai Negeri Sipil Daerah.

Penelitian ini menggunakan data panel IPM 34 provinsi yang ada di Indonesia pada tahun 2013–2020, yang mana 34 provinsi di Indonesia menjadi unit *cross-section* dan tahun 2013–2020 menjadi unit *time series*. Data panel dipilih agar bisa menangkap lebih banyak informasi dibandingkan dengan data *cross-section* murni atau *time-series* murni. Selain itu, pada penelitian ini juga mempertimbangkan aspek lokasi, sehingga melibatkan analisis spasial yaitu GWR. Karena data yang digunakan berupa data panel, maka analisis dalam penelitian ini adalah analisis *Geographically Weighted Panel Regression* yang merupakan gabungan antara analisis data panel dan GWR. Dalam penelitian ini digunakan fungsi pembobot *adaptive kernel*, yaitu *adaptive gaussian kernel*, *adaptive bisquare*, dan *adaptive tricube* dan akan dibandingkan fungsi pembobot mana yang memberikan hasil terbaik. Fungsi pembobot *adaptive kernel* dipilih karena dapat disesuaikan dengan kondisi titik pengamatan.

2.5.2. Umur Harapan Hidup

Umur Harapan Hidup (UHH) merupakan rata-rata tahun hidup yang masih akan dijalani oleh seseorang yang telah berhasil mencapai umur x , pada suatu tahun tertentu, dalam situasi mortalitas yang berlaku di lingkungan masyarakatnya. Kegunaan dari UHH adalah sebagai alat untuk mengevaluasi kinerja pemerintah dalam meningkatkan kesejahteraan penduduk pada umumnya, dan



meningkatkan derajat kesehatan pada khususnya. UHH yang rendah di suatu daerah harus diikuti dengan program pembangunan kesehatan, dan program sosial lainnya termasuk kesehatan lingkungan, kecukupan gizi dan kalori termasuk program pemberantasan kemiskinan. Safitri dkk. (2014) menyatakan bahwa UHH mempengaruhi IPM di suatu wilayah.

2.5.3. Harapan Lama Sekolah

Harapan Lama Sekolah (HLS) merupakan lamanya sekolah (dalam tahun) yang diharapkan akan dirasakan oleh anak pada umur tertentu di masa mendatang. HLS digunakan untuk mengetahui kondisi pembangunan sistem pendidikan di berbagai jenjang. Berdasarkan penelitian sebelumnya, HLS secara langsung mempengaruhi IPM (Arofah dan Rohimah, 2019).

2.5.4. Pengeluaran per Kapita Disesuaikan

Daya beli merupakan kemampuan masyarakat dalam membelanjakan uangnya dalam bentuk barang maupun jasa. Pengeluaran per kapita merupakan rata-rata pengeluaran setiap penduduk di suatu wilayah yang telah disesuaikan dengan paritas daya beli. Daya beli dapat digunakan untuk menggambarkan tingkat kesejahteraan yang dinikmati oleh penduduk sebagai dampak semakin membaiknya ekonomi. Data pengeluaran dapat mengungkap tentang pola konsumsi rumah tangga secara umum menggunakan indikator proporsi pengeluaran untuk makanan dan non makanan. Komposisi pengeluaran rumah tangga dapat dijadikan ukuran untuk menilai tingkat kesejahteraan ekonomi penduduk, makin rendah persentase pengeluaran untuk makanan terhadap total pengeluaran makin membaik tingkat kesejahteraan. Safitri dkk. (2014) menyatakan bahwa pengeluaran per kapita yang disesuaikan ini mempengaruhi IPM di suatu wilayah.



(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Data Penelitian

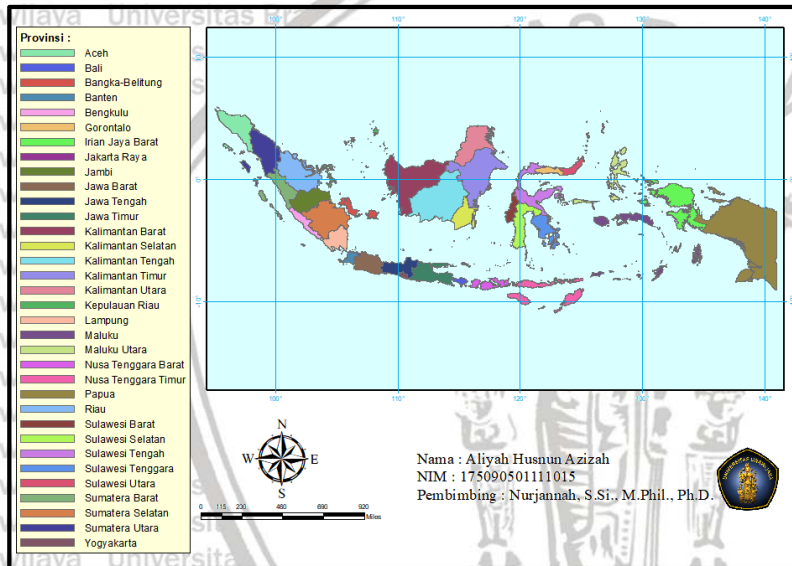
Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diambil dari *website* Badan Pusat Statistik. Adapun data yang digunakan memiliki periode tahunan. Penelitian melibatkan 34 provinsi yang ada di Indonesia. Penelitian ini juga menggunakan data koordinat lintang (*latitude* u_i) dan bujur (*longitude* v_i) untuk perhitungan jarak antar provinsi yang ada di Indonesia. Jarak tersebut digunakan dalam perhitungan pembobot untuk masing-masing provinsi. Berikut adalah daftar provinsi di Indonesia yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 3. 1 Daftar Provinsi di Indonesia

No.	Provinsi	No.	Provinsi
1	Aceh	18	Nusa Tenggara Barat
2	Sumatera Utara	19	Nusa Tenggara Timur
3	Sumatera Barat	20	Kalimantan Barat
4	Riau	21	Kalimantan Tengah
5	Jambi	22	Kalimantan Selatan
6	Sumatera Selatan	23	Kalimantan Timur
7	Bengkulu	24	Kalimantan Utara
8	Lampung	25	Sulawesi Utara
9	Kep. Bangka Belitung	26	Sulawesi Tengah
10	Kepulauan Riau	27	Sulawesi Selatan
11	DKI Jakarta	28	Sulawesi Tenggara
12	Jawa Barat	29	Gorontalo
13	Jawa Tengah	30	Sulawesi Barat
14	D I Yogyakarta	31	Maluku
15	Jawa Timur	32	Maluku Utara
16	Banten	33	Papua Barat
17	Bali	34	Papua



Peta wilayah Indonesia disajikan pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 1 Peta Wilayah Indonesia

Sumber data : diva-gis.org

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 2 Variabel Penelitian

Variabel	Keterangan
Y	Indeks Pembangunan Manusia
X_1	Umur Harapan Hidup (tahun)
X_2	Harapan Lama Sekolah (tahun)
X_3	Pengeluaran per kapita disesuaikan (ribu rupiah/tahun)

3.2. Metode Penelitian

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengumpulkan data.
2. Melakukan analisis statistika deskriptif.



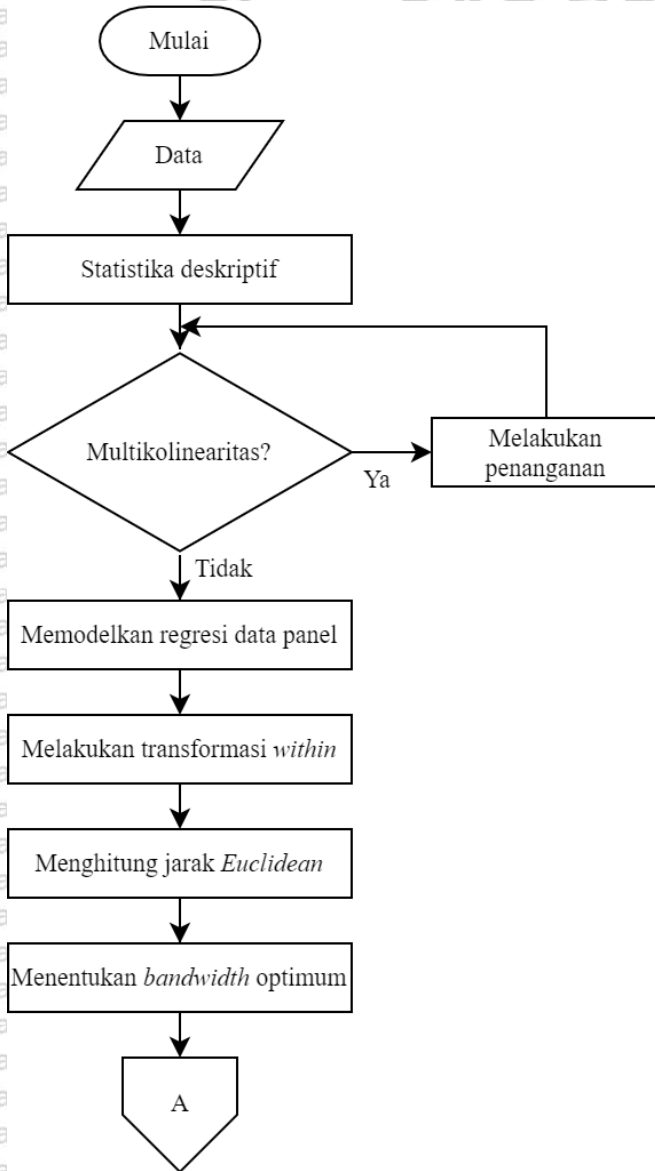
3. Melakukan pengujian multikolinearitas dengan melihat VIF sesuai persamaan (2.39). Apabila tidak terpenuhi, maka dilakukan penanganan.
4. Melakukan pemodelan regresi data panel dan pengujian asumsi.
5. Melakukan transformasi *within* sesuai dengan persamaan (2.12).
6. Menghitung jarak *Euclidean* menggunakan persamaan (2.25).
7. Menghitung CV untuk menentukan *bandwidth* optimum menggunakan persamaan (2.26).
8. Menentukan matriks pembobot dengan fungsi *adaptive kernel gaussian*, *adaptive bisquare*, dan *adaptive tricube* menggunakan persamaan (2.30), (2.31) dan (2.32).
9. Melakukan pengujian *breusch-pagan* untuk menguji asumsi keheterogenan spasial menggunakan persamaan (2.40). Apabila terpenuhi, maka lanjut ke prosedur selanjutnya, sedangkan apabila tidak terpenuhi, maka dilakukan analisis regresi panel.
10. Melakukan estimasi parameter model GWPR.
11. Melakukan pengujian parameter model GWPR.
12. Menentukan model terbaik antara fungsi pembobot *adaptive kernel gaussian*, *adaptive bisquare*, dan *adaptive tricube* berdasarkan AIC menggunakan persamaan (2.46).
13. Melakukan interpretasi.

Adapun *software* yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *Rstudio Version 1.2.5033*, *Ms. Excel*, dan *ArcGis 10.8*.



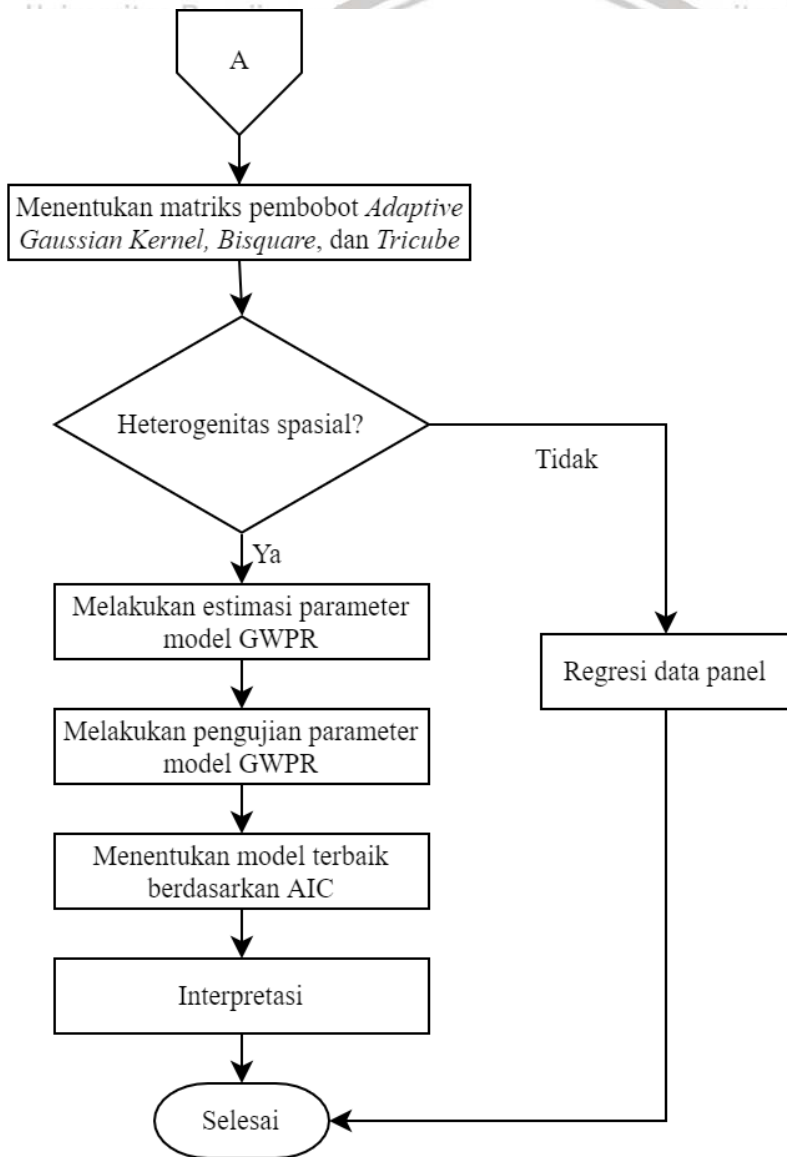
3.3. Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini.



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian





Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)



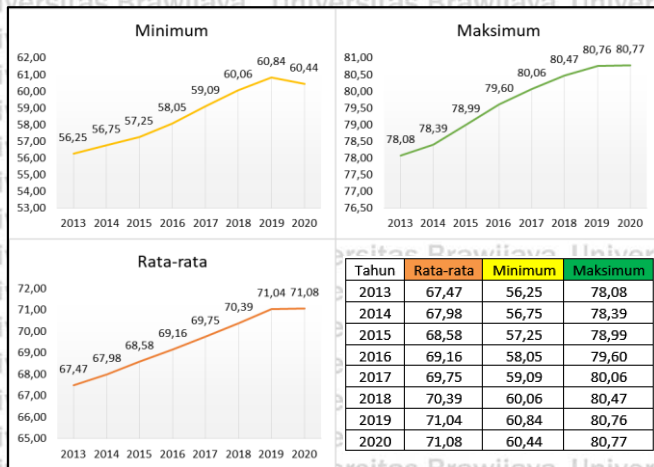
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Deskriptif

Wilayah Indonesia dibagi menjadi 34 provinsi. Berdasarkan hasil sensus penduduk 2020 oleh BPS, penduduk Indonesia per September 2020 sebanyak 270,20 juta jiwa. Apabila dibandingkan dengan sensus penduduk 2010, jumlah penduduk Indonesia mengalami peningkatan sebesar 32,56 juta jiwa. Jumlah penduduk di Indonesia yang cukup besar ini dapat menimbulkan suatu pertanyaan apakah kualitas hidup dari penduduk Indonesia sudah baik atau belum. Salah satu indikator penting yang dapat digunakan untuk mengukur keberhasilan dalam upaya membangun kualitas hidup manusia di suatu daerah adalah Indeks Pembangunan Manusia (IPM). IPM bagi Indonesia merupakan suatu data strategis yang salah satunya digunakan sebagai ukuran kinerja pemerintah.

Penelitian ini menggunakan data sekunder berupa Indeks Pembangunan Manusia (IPM), Umur Harapan Hidup (UHH), Harapan Lama Sekolah (HLS), dan pengeluaran per kapita yang disesuaikan. Data yang digunakan berupa data panel, di mana 34 provinsi di Indonesia sebagai unit *cross section* dan tahun 2013–2020 sebagai unit *time series*. Sebelum masuk ke dalam analisis lebih lanjut, dilakukan analisis deskriptif untuk melihat gambaran umum dari data yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 4. 1 Statistika Deskriptif Variabel IPM

Berdasarkan Gambar 4.1, selama periode 2013–2020 rata-rata IPM dari 34 provinsi di Indonesia setiap tahunnya semakin meningkat. Dari tahun 2013 yang masih termasuk kategori IPM sedang terus mengalami peningkatan hingga pada tahun 2020 termasuk ke dalam kategori IPM tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa upaya pemerintah dalam membangun kualitas hidup penduduk di Indonesia semakin tahun kian membaik. Namun, perlu digarisbawahi di sini pertumbuhan IPM dari 2013 – 2020 cukup lambat, sehingga selisih antar tahunnya hanya sedikit. Hal ini disebabkan karena pertumbuhan UHH, HLS, dan pengeluaran per kapita disesuaikan juga lambat.



Gambar 4. 2 Peta Sebaran IPM 34 Provinsi di Indonesia Tahun 2013

Sumber data : diva-gis.org

Gambar 4.2 merupakan peta sebaran dari IPM 34 provinsi di Indonesia sesuai dengan kategori seperti pada subbab 2.5.1. Berdasarkan Gambar 4.2, dapat dilihat bahwa dari 34 provinsi di Indonesia, terdapat satu provinsi yang termasuk ke dalam kategori IPM rendah, yaitu Papua dengan IPM terendah yang bernilai 56,25. Kemudian, terdapat 28 provinsi yang termasuk ke dalam kategori IPM sedang, yaitu Provinsi Papua Barat, Sulbar, NTT, NTB, Kalbar, Gorontalo, Maluku, Lampung, Sulteng, Maluku, Sulsel, Kalsel, Kalteng, Bengkulu, Jatim, Sultra, Jambi, Bangka Belitung, Sulsel, Kaltara, Jateng, Jabar, Aceh, Sumut, Sumbar, Banten, Sulut, dan Riau.

Selanjutnya, terdapat 5 provinsi yang termasuk ke dalam kategori IPM tinggi, yaitu Bali, Kepri, Kaltim, DIY, dan DKI Jakarta. Provinsi dengan IPM berkategori tinggi pada tahun 2013 memiliki potensi daerah yang menonjol. Bali memiliki potensi pada sektor pariwisata, baik domestik maupun mancanegara. Kepulauan Riau memiliki potensi sumber daya alam mineral, seperti minyak bumi, gas alam, timah, granit, dll. Kalimantan Timur memiliki potensi di sektor pertambangan batu bara, minyak dan gas alam. Hampir seluruh sektor ekonomi di Provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2013 mengalami percepatan pertumbuhan. PDRB dengan migas dan nonmigas menunjukkan bahwa sektor ekonomi yang sangat berperan dalam pembentukan PDRB Kalimantan Timur adalah sektor pertambangan (BPS Provinsi Kalimantan Timur, 2014). DIY memiliki potensi budaya seperti kawasan cagar budaya. DKI Jakarta merupakan pusat dari Indonesia dengan tingkat perekonomian yang sangat tinggi, seperti sektor perdagangan, properti, dll. Pada tahun 2013, peranan sektoral terhadap pembentukan PDRB atas dasar harga berlaku di DKI Jakarta terbesar adalah sektor keuangan, *real estate*, diikuti sektor jasa perdagangan, hotel, dan restoran (BPS Provinsi DKI Jakarta, 2014). Kemudian, untuk kategori IPM sangat tinggi, pada tahun 2013 masih belum ada yang masuk ke dalam kategori tersebut.



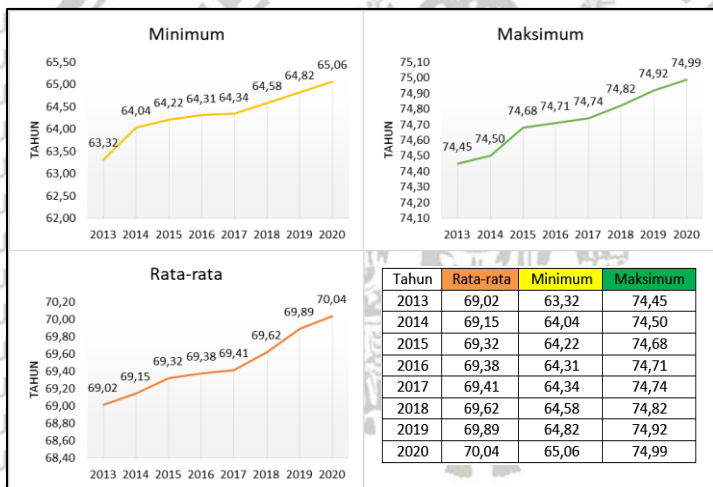
Gambar 4. 3 Peta Sebaran IPM 34 Provinsi di Indonesia Tahun 2020
 Sumber data : diva-gis.org

Seiring bertambahnya tahun, IPM dari provinsi di Indonesia semakin mengalami peningkatan meskipun pertumbuhannya cukup lambat. Pada Gambar 4.3, jika dibandingkan dengan Gambar 4.2 sudah nampak perubahan yang cukup baik, di mana terdapat satu provinsi yang termasuk ke dalam kategori IPM sangat tinggi yaitu DKI Jakarta dengan nilai IPM tertinggi sebesar 80,77. Kemudian, provinsi yang tergolong ke dalam kategori IPM tinggi mencapai 22 provinsi, antara lain Provinsi DIY, Kaltim, Kepri, Bali, Sulut, Riau, Banten, Sumbar, Jabar, Aceh, Sulsel, Jateng, Sumut, Jatim, Bangka Belitung, Sultra, Bengkulu, Jambi, Kalteng, Kalsel, Kaltara, dan Sumsel. Kategori IPM sedang berkurang menjadi 11 provinsi, yaitu Provinsi Lampung, Sulteng, Maluku, Gorontalo, Malut, NTB, Kalbar, Sulbar, NTT, Papua Barat, dan Papua. Selanjutnya, sudah tidak terdapat provinsi yang termasuk ke dalam kategori IPM rendah.

Perubahan IPM dari tahun ke tahun ini juga tidak lepas dari kebijakan yang dibuat oleh pemerintah Indonesia. Misalnya pada tahun 2020 dalam hal pendidikan, dilakukan perluasan akses pendidikan dari usia dini sampai dengan pendidikan tinggi. Kebijakan yang diterapkan di antaranya melanjutkan bantuan melalui Kartu Indonesia Pintar (KIP) dan Bantuan Operasional Sekolah (BOS), dan adanya KIP kuliah (perluasan atau penyempurnaan bidik misi). Selanjutnya, melanjutkan percepatan dan peningkatan kualitas sarana dan prasarana pendidikan. Kemudian, meningkatkan kualitas dan keterampilan SDM, yang meliputi pendidikan vokasi dan penerapan kartu pra kerja. Yang terakhir, mendukung keberlanjutan pendanaan terkait pendidikan melalui investasi pemerintah, yang meliputi Dana Abadi Pendidikan, Dana Abadi Penelitian, Dana Abadi Perguruan Tinggi, dan Dana Abadi Kebudayaan. Di samping itu, anggaran yang dialokasikan untuk pendidikan yang diarahkan untuk perluasan akses pendidikan, peningkatan *skill* SDM, dan keberlanjutan pendanaan pendidikan juga dari tahun ke tahun terus ditingkatkan. Hal ini juga berlaku di bidang kesehatan, misalnya terdapat kebijakan pemerintah untuk melakukan *refocusing* anggaran kesehatan untuk pembelanjaan fasilitas kesehatan di daerah, akselerasi penurunan *stunting*, peningkatan kualitas layanan kesehatan, dan sebagainya. Anggaran untuk kesehatan juga dari tahun ke tahun terus ditingkatkan (Kemenkeu, 2020).



IPM dibentuk oleh tiga dimensi, yang pertama adalah umur panjang dan hidup sehat. Berdasarkan dimensi tersebut, Umur Harapan Hidup (UHH) adalah salah satu faktor yang dapat mempengaruhi IPM. Gambar 4.4 menyajikan statistika deskriptif dari UHH 34 provinsi di Indonesia tahun 2013–2020.

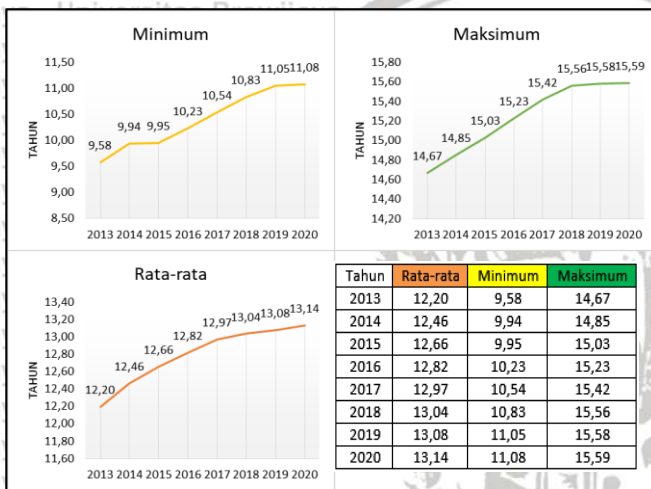


Gambar 4. 4 Statistika Deskriptif Variabel UHH

Berdasarkan Gambar 4.4, selama periode 2013–2020 rata-rata UHH dari 34 provinsi di Indonesia setiap tahunnya semakin meningkat. Pada tahun 2013, rata-rata perkiraan umur yang dapat ditempuh seseorang sejak lahir di seluruh provinsi sebesar 69,02 tahun. Sedangkan pada tahun 2020, rata-rata perkiraan umur yang dapat ditempuh meningkat menjadi 70,04 tahun, sehingga dapat dikatakan bahwa derajat kesehatan masyarakat di Indonesia semakin tahun kian membaik. Provinsi yang memiliki UHH tertinggi di tahun 2020 adalah DIY dengan harapan hidup 74,99 tahun dan terendah adalah Sulawesi Barat dengan harapan hidup 65,06 tahun.

Dimensi kedua dari IPM adalah pengetahuan. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi IPM berdasarkan dimensi tersebut adalah Harapan Lama Sekolah (HLS). Gambar 4.5 menyajikan statistika deskriptif dari HLS 34 provinsi di Indonesia tahun 2013–2020.



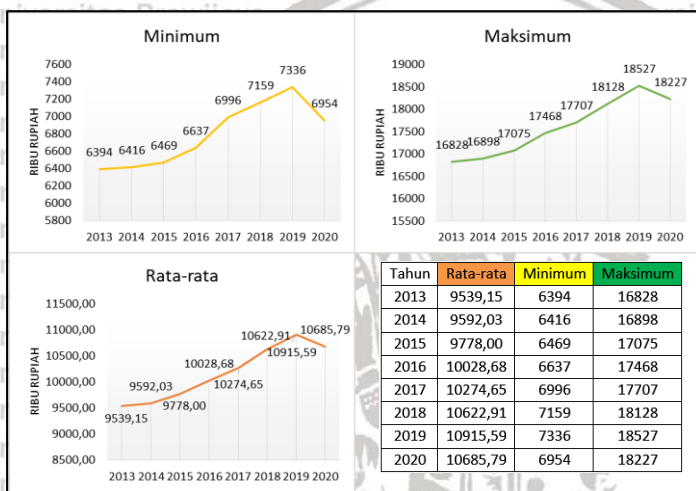


Gambar 4. 5 Statistika Deskriptif Variabel HLS

Berdasarkan Gambar 4.5, selama periode 2013–2020 rata-rata HLS dari 34 provinsi di Indonesia setiap tahunnya semakin meningkat. Pada tahun 2013, rata-rata harapan lama sekolah yang dirasakan oleh anak pada umur tertentu (dalam hal ini anak berusia 7 tahun ke atas) di seluruh provinsi sebesar 12,2 tahun setara dengan menamatkan SMA. Sedangkan pada tahun 2020, rata-rata harapan lama sekolah meningkat menjadi 13,14 tahun setara dengan D1. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi pembangunan sistem pendidikan di berbagai jenjang kian membaik. Provinsi yang memiliki HLS tertinggi di tahun 2020 adalah DIY dengan angka 15,59 tahun setara dengan D4 atau S1 dan terendah adalah Papua dengan angka 11,08 tahun setara dengan SMA kelas 2.

Dimensi terakhir dari IPM adalah standar hidup layak. Berdasarkan dimensi tersebut, salah satu faktor yang dapat mempengaruhi IPM adalah pengeluaran per kapita disesuaikan. Gambar 4.6 menyajikan statistika deskriptif dari pengeluaran per kapita disesuaikan 34 provinsi di Indonesia tahun 2013–2020.





Gambar 4. 6 Statistika Deskriptif Variabel Pengeluaran per Kapita Disesuaikan

Berdasarkan Gambar 4.5, selama periode 2013–2019 rata-rata pengeluaran per kapita disesuaikan dari 34 provinsi di Indonesia setiap tahunnya semakin meningkat. Hal ini menandakan bahwa secara umum tingkat kesejahteraan yang dinikmati penduduk akibat membaiknya ekonomi semakin meningkat. Namun, pada tahun 2020 terjadi adanya penurunan. Pada tahun 2019, rata-rata pengeluaran per kapita disesuaikan dari 34 provinsi sebesar Rp 10.915.500,00 per tahun dan kemudian turun menjadi Rp 10.685.700,00 per tahun di tahun 2020. Hal ini dapat dikarenakan adanya pandemi *Covid-19* yang juga berdampak terhadap kondisi ekonomi di seluruh Indonesia. Pada tahun 2020, provinsi dengan pengeluaran per kapita disesuaikan tertinggi adalah DKI Jakarta dengan angka Rp 18.227.000,00 per tahun dan terendah adalah Papua dengan angka Rp 6.954.000,00 per tahun. Terdapat selisih yang cukup jauh antara pengeluaran per kapita disesuaikan maksimum dengan minimum menandakan bahwa adanya pembangunan ekonomi yang tidak merata di berbagai provinsi.



4.2. Pengujian Multikolinieritas

Pengujian multikolinieritas digunakan untuk melihat apakah terdapat hubungan linier antara variabel independen. Untuk mendeteksi adanya multikolinieritas, dapat dilakukan dengan menghitung nilai VIF menggunakan persamaan (2.39). Dalam Tabel 4.1 disediakan nilai VIF untuk masing-masing variabel independen.

Tabel 4. 1 Nilai VIF Variabel Independen

Variabel Independen	VIF
UHH	1,573231
HLS	1,108782
Pengeluaran per kapita disesuaikan	1,534036

Berdasarkan Tabel 4.1, didapatkan nilai VIF untuk masing-masing variabel independen bernilai < 10 , maka dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat multikolinieritas antarvariabel independen.

4.3. Pemodelan Regresi Data Panel

Pemodelan regresi data panel dilakukan untuk mengetahui model mana yang cocok untuk digunakan pada data dalam penelitian ini. Berikut adalah hasil pemodelan regresi data panel, di mana menggunakan regresi melalui titik asal.

a. *Common Effect Model* (CEM)

Berdasarkan hasil analisis regresi data panel CEM secara serentak, diperoleh p -value $< 0,0001$, di mana $< 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan signifikansi 5%, terdapat minimal salah satu variabel independen yang berpengaruh terhadap IPM setiap provinsi di Indonesia. Pada Tabel 4.2 disediakan hasil pengujian secara parsial untuk mengetahui variabel independen mana yang mempengaruhi IPM setiap provinsi di Indonesia.

Tabel 4. 2 Hasil pendugaan parameter CEM

Variabel	Koefisien	p -value
UHH	0,5172	$< 0,0001$
HLS	1,6842	$< 0,0001$
Pengeluaran per kapita disesuaikan	0,0012	$< 0,0001$



Berdasarkan Tabel 4.2, dengan signifikansi 5%, UHH, HLS, dan pengeluaran per kapita disesuaikan secara parsial berpengaruh signifikan terhadap IPM setiap provinsi di Indonesia. Adapun model yang terbentuk adalah sebagai berikut.

$$\hat{Y}_{it} = 0,5172X_{1it} + 1,6842X_{2it} + 0,0012X_{3it} \quad (4.1)$$

Dari persamaan (4.1), seluruh koefisien regresi yang diperoleh bernilai positif, sehingga dapat dikatakan bahwa UHH (X_1), HLS (X_2), dan pengeluaran per kapita disesuaikan (X_3) memiliki pengaruh yang positif terhadap IPM setiap provinsi di Indonesia. Berdasarkan koefisien yang diperoleh, IPM akan mengalami peningkatan sebesar 0,5172 apabila umur harapan hidup meningkat satu tahun. IPM akan naik sebesar 1,6842 apabila harapan lama sekolah naik sebesar satu tahun. IPM juga akan naik sebesar 0,0012 apabila pengeluaran per kapita disesuaikan naik sebesar seribu rupiah. Hal ini berlaku dengan catatan variabel lain dianggap konstan.

b. *Fixed Effect Model (FEM)*

Berdasarkan hasil analisis regresi data panel FEM dengan *within estimator* secara serentak, diperoleh p -value $<0,0001$, di mana $<0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan signifikansi 5%, terdapat minimal salah satu variabel independen yang berpengaruh terhadap IPM setiap provinsi di Indonesia. Pada Tabel 4.3 disediakan hasil pengujian secara parsial untuk mengetahui variabel independen mana yang mempengaruhi IPM setiap provinsi di Indonesia.

Tabel 4. 3 Hasil pendugaan parameter FEM

Variabel	Koefisien	p -value
UHH	0,5495	$<0,0001$
HLS	1,6593	$<0,0001$
Pengeluaran per kapita disesuaikan	0,0012	$<0,0001$

Berdasarkan Tabel 4.3, dengan signifikansi 5%, UHH, HLS, dan pengeluaran per kapita disesuaikan secara parsial berpengaruh signifikan terhadap IPM setiap provinsi di Indonesia. Adapun model yang terbentuk adalah sebagai berikut.



$$\hat{Y}_{it} = 0,5495X_{1it} + 1,6593X_{2it} + 0,0012X_{3it} \quad (4.2)$$

Dari persamaan (4.2), seluruh koefisien regresi yang diperoleh bernilai positif, sehingga dapat dikatakan bahwa UHH (X_1), HLS (X_2), dan pengeluaran per kapita disesuaikan (X_3) memiliki pengaruh yang positif terhadap IPM setiap provinsi di Indonesia. IPM akan mengalami peningkatan sebesar 0,5495 apabila umur harapan hidup meningkat satu tahun. IPM akan naik sebesar 1,6593 apabila harapan lama sekolah naik sebesar satu tahun. IPM juga akan naik sebesar 0,0012 apabila pengeluaran per kapita disesuaikan naik sebesar seribu rupiah. Hal ini berlaku dengan catatan variabel lain dianggap konstan.

c. *Random Effect Model (REM)*

Berdasarkan hasil analisis regresi data panel REM secara serentak, diperoleh p -value $<0,0001$, di mana $<0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan signifikansi 5%, terdapat minimal salah satu variabel independen yang berpengaruh terhadap IPM setiap provinsi di Indonesia. Pada Tabel 4.4 disediakan hasil pengujian secara parsial untuk mengetahui variabel independen mana yang mempengaruhi IPM setiap provinsi di Indonesia.

Tabel 4. 4 Hasil pendugaan parameter REM

Variabel	Koefisien	p -value
UHH	0,5151	$<0,0001$
HLS	1,6609	$<0,0001$
Pengeluaran per kapita disesuaikan	0,0012	$<0,0001$

Berdasarkan Tabel 4.4, dengan signifikansi 5%, UHH, HLS, dan pengeluaran per kapita disesuaikan secara parsial berpengaruh signifikan terhadap IPM setiap provinsi di Indonesia. Adapun model yang terbentuk adalah sebagai berikut.

$$\hat{Y}_{it} = 0,5151X_{1it} + 1,6609X_{2it} + 0,0012X_{3it} \quad (4.3)$$

Dari persamaan (4.3), seluruh koefisien regresi yang diperoleh bernilai positif, sehingga dapat dikatakan bahwa UHH (X_1), HLS (X_2), dan pengeluaran per kapita disesuaikan (X_3) memiliki pengaruh yang positif terhadap IPM setiap provinsi di Indonesia. IPM akan



mengalami peningkatan sebesar 0,5151 apabila umur harapan hidup meningkat satu tahun. IPM akan naik sebesar 1,6609 apabila harapan lama sekolah naik sebesar satu tahun. IPM juga akan naik sebesar 0,0012 apabila pengeluaran per kapita disesuaikan naik sebesar seribu rupiah. Hal ini berlaku dengan catatan variabel lain dianggap konstan.

4.3.1. Pemilihan Model Regresi Data Panel

Setelah melakukan pemodelan regresi data panel, akan dipilih model mana yang lebih baik. Pemilihan model regresi data panel dilakukan dengan menggunakan uji *Chow* dan uji *Hausman*.

a. Uji *Chow*

Sebagaimana dijelaskan pada subbab 2.2.2, menurut Baltagi (2005), uji *Chow* digunakan untuk memilih antara FEM dan CEM. Adapun hipotesis yang digunakan dalam melakukan uji *chow* adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_{N-1} = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \mu_i \neq 0$$

Hasil dari uji *Chow* didapatkan statistik uji F sebesar 3,3716 dengan *p-value* bernilai 0,00001, di mana $< 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan signifikansi 5% model yang lebih baik adalah FEM.

b. Uji *Hausman*

Sebagaimana dijelaskan pada subbab 2.2.2, menurut Gujarati (2004), uji *Hausman* digunakan untuk memilih antara FEM dan REM. Adapun hipotesis yang digunakan dalam melakukan uji *hausman* adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \text{tidak ada perbedaan antara FEM dan REM}$$

$$H_1 : \text{FEM lebih sesuai}$$

Hasil dari uji *Hausman* didapatkan nilai statistik ujinya sebesar 25,839 dengan *p-value* bernilai 0,0002, di mana $< 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan signifikansi 5% model yang lebih baik adalah FEM.



Berdasarkan uji *Chow* dan *Hausman*, dapat disimpulkan bahwa model FEM dengan *within estimator* merupakan model yang lebih baik dibandingkan dengan model CEM dan REM. Adapun model regresi data panel FE yang terbentuk disajikan pada persamaan (4.2).

4.3.2. Pengujian Asumsi Regresi Data Panel Terpilih

Langkah selanjutnya adalah melakukan uji asumsi klasik yaitu non-multikolinearitas, residual menyebar normal, non-autokorelasi, dan homoskedastisitas. Multikolinearitas dapat dideteksi dengan menggunakan nilai VIF sesuai dengan persamaan (2.39). Pada Tabel 4.1, diperoleh nilai VIF masing-masing variabel independen memiliki nilai < 10 . Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa asumsi non-multikolinearitas terpenuhi dan antar variabel independennya tidak saling berhubungan.

Normalitas residual dapat dilihat dengan menggunakan uji *Jarque Bera* sesuai dengan persamaan (2.17) dan (2.19). Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan *p-value* sebesar 0,0772, di mana $> 0,05$. Maka dari itu, dapat disimpulkan bahwa dengan signifikansi 5% residual dikatakan menyebar normal.

Autokorelasi merupakan suatu kondisi di mana terjadi korelasi antara anggota pengamatan yang diurutkan berdasarkan waktu atau ruang. Berdasarkan uji autokorelasi menggunakan *Wooldridge test*, diperoleh *p-value* sebesar 0,00001, di mana $< 0,05$. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa dengan signifikansi 5% asumsi non-autokorelasi tidak terpenuhi.

Pengujian homoskedastisitas dilakukan dengan menggunakan uji *Breusch-Pagan* sesuai dengan persamaan (2.22) dan (2.23). Hasil dari pengujian ini didapatkan *p-value* sebesar 0,0002, di mana $< 0,05$. Maka, dapat disimpulkan bahwa asumsi homoskedastisitas tidak terpenuhi. Artinya, ragam galat untuk seluruh nilai prediktor tidak sama dan terjadi heteroskedastisitas.

Berdasarkan hasil pengujian asumsi, didapatkan asumsi non-autokorelasi dan homoskedastisitas tidak terpenuhi. Hal ini menjadi suatu pertanda bahwa perlu dilakukan pemodelan yang melibatkan aspek spasial seperti analisis GWR. Oleh karena dalam penelitian ini melibatkan data panel, maka dilakukan pemodelan GWR yang dikombinasikan dengan menggunakan model regresi panel FEM dengan *within estimator*. Sebelum masuk ke dalam analisis GWPR, data perlu dilakukan transformasi *within* terlebih dahulu. Hal ini



ditujukan untuk mengakomodasi adanya *fixed effect* dalam model. Hasil transformasi disajikan pada Lampiran 3.

4.4. Penentuan Jarak *Euclidean*

Pada penelitian ini, lokasi dari masing-masing provinsi dinyatakan dalam posisi *latitude* dan *longitude* yang kemudian diproyeksikan menjadi koordinat titik lokasi menggunakan *Universal Transverse Mercator (UTM) coordinate system*. Proyeksi tersebut menghasilkan koordinat *easting* dan *northing* dalam satuan meter (Fitriani dan Efendi, 2019). Penentuan jarak dilakukan dengan menggunakan jarak *Euclidean* seperti pada persamaan (2.25). Jarak ini diperlukan untuk penentuan matriks pembobot. Pada Tabel 4.5 disajikan jarak *Euclidean* dari beberapa provinsi, yaitu DKI Jakarta, Jawa Timur, dan Papua.

Tabel 4. 5 Jarak *Euclidean* Provinsi DKI Jakarta, Jawa Timur, dan Papua

Provinsi	DKI Jakarta	Jawa Timur	Papua
Aceh	8702944	8521643	8343886
Sumatera Utara	9117770	8935754	8773715
Sumatera Barat	542793,9	721596,7	1058748
:	:	:	:
Maluku Utara	9226076	9043889	8886380
Papua Barat	603140,9	734894	1203623
Papua	605259,8	537380	0

Berdasarkan Tabel 4.5, diperoleh jarak *Euclidean* dengan satuan meter. Misalnya, angka 8702944 menunjukkan jarak *Euclidean* antara Provinsi Aceh dengan Provinsi DKI Jakarta. Kemudian, jarak antara provinsi dengan provinsi itu sendiri akan bernilai nol. Seperti pada jarak *Euclidean* untuk provinsi Papua dengan Papua adalah nol, dikarenakan merupakan jarak dengan dirinya sendiri.

4.5. Penentuan *Bandwidth Optimum*

Penelitian ini menggunakan tiga fungsi pembobot, yaitu *adaptive gaussian kernel*, *adaptive bisquare*, dan *adaptive tricube*. Pada fungsi pembobot *adaptive*, nilai *bandwidth* untuk setiap lokasi berbeda-beda. Nilai *bandwidth* diperoleh dengan menggunakan persamaan (2.26).



Tabel 4.6 menyajikan nilai *bandwidth* pada beberapa lokasi pengamatan, untuk selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 9.

Tabel 4. 6 Nilai *Bandwidth* pada Lokasi Pengamatan

Provinsi	<i>Adaptive Gaussian</i>	<i>Adaptive Bisquare</i>	<i>Adaptive Tricube</i>
Aceh	614656,54517	625360,54549	625360,54549
Sumatera Utara	441417,38597	499189,10147	499189,10147
Sumatera Barat	189715,11422	191922,94696	191922,94696
⋮	⋮	⋮	⋮
Maluku Utara	571187,70366	634472,13538	634472,13538
Papua Barat	197389,32056	258730,04850	258730,04850
Papua	659517,31498	727785,47241	727785,47241

Berdasarkan Tabel 4.6, diperoleh *bandwidth* untuk setiap provinsi yang ada di Indonesia. Nilai tersebut didapatkan berdasarkan CV yang minimum dan digunakan untuk mencari pembobot. *Bandwidth* merupakan sebuah radius lingkaran. Apabila sebuah titik pengamatan masih berada di dalam radius tersebut, maka masih dianggap memiliki pengaruh terhadap model pada lokasi yang bersangkutan. Misalnya, dari Tabel 4.6 nilai *bandwidth* untuk fungsi pembobot *adaptive bisquare* pada Provinsi Aceh bernilai 625360,54549 dan pada Tabel 4.5, jarak *Euclidean* Aceh dengan DKI Jakarta adalah 8702944. Oleh karena DKI Jakarta berada di luar radius tersebut, maka dapat dikatakan bahwa pada saat menggunakan pembobot *adaptive bisquare*, kondisi di DKI Jakarta tidak mempengaruhi model yang didapatkan untuk Provinsi Aceh.

4.6. Penentuan Matriks Pembobot

Matriks pembobot didapatkan dengan cara menyubstitusikan nilai *bandwidth* dan jarak *Euclidean* ke dalam persamaan fungsi pembobot seperti pada persamaan (2.30), (2.31), dan (2.32). Berikut disajikan pembobot dari salah satu provinsi, yaitu Provinsi Jawa Timur dalam Tabel 4.7. Selengkapnya disajikan dalam Lampiran 10, Lampiran 11, dan Lampiran 12.



Tabel 4. 7 Pembobot *Adaptive Gaussian*, *Bisquare* dan *Tricube* untuk Provinsi Jawa Timur

Provinsi	Pembobot untuk Provinsi Jawa Timur		
	<i>Adaptive Gaussian</i>	<i>Adaptive Bisquare</i>	<i>Adaptive Tricube</i>
Aceh	0,0000	0,0000	0,0000
Sumatera Utara	0,0000	0,0000	0,0000
Sumatera Barat	0,0007	0,0000	0,0000
⋮	⋮	⋮	⋮
Jawa Timur	1	1	1
⋮	⋮	⋮	⋮
Maluku Utara	0,0000	0,0000	0,0000
Papua Barat	0,0010	0,0000	0,0000
Papua	0,7175	0,2068	0,2132

Berdasarkan Tabel 4.7, dapat dilihat pembobot dari masing-masing fungsi pembobot untuk Provinsi Jawa Timur. Pada fungsi pembobot *adaptive Gaussian*, pembobot akan bernilai mendekati satu apabila jarak *Euclidean* semakin dekat. Dapat dilihat bahwa untuk Provinsi Jawa Timur pembobotnya bernilai satu karena memiliki jarak *Euclidean* sebesar nol. Apabila memiliki jarak *Euclidean* semakin jauh, maka pembobotnya semakin kecil atau mendekati nol.

Pada fungsi pembobot *adaptive bisquare* dan *tricube*, daerah yang memiliki jarak *Euclidean* dengan Jawa Timur lebih besar daripada *bandwidth* daerah tersebut akan memiliki bobot bernilai nol, dan dianggap tidak mempengaruhi daerah yang bersangkutan. Misalnya, fungsi pembobot *adaptive bisquare* dan *tricube* untuk Provinsi Aceh pada Provinsi Jawa Timur bernilai nol, maka dalam hal ini kondisi di Aceh tidak berpengaruh terhadap model untuk Provinsi Jawa Timur.

Apabila daerah tersebut memiliki jarak *Euclidean* yang kurang dari *bandwidth* pada daerah tertentu, maka masih memiliki bobot sesuai dengan jauh dekatnya jarak *Euclidean*. Misalnya, fungsi pembobot *adaptive Gaussian* untuk Provinsi Papua terhadap Provinsi Jawa Timur sebesar 0,7175 dan Provinsi Sumatera Barat dengan Jawa Timur sebesar 0,0007. Artinya, kondisi di Papua dan Sumatera Barat masih mempengaruhi model untuk Provinsi Jawa Timur. Namun, nilai pembobotnya berbeda, hal ini sesuai dengan jarak *Euclidean* dari masing-masing provinsi, di mana pada penelitian ini diperoleh jarak



Euclidean Sumatera Barat dengan Jawa Timur lebih besar dibandingkan dengan jarak antara Papua dengan Jawa Timur.

Dalam GWPR, matriks pembobot untuk setiap lokasi berupa matriks diagonal dari pembobot yang sudah didapatkan sebagaimana pada Tabel 4.7, Lampiran 10, Lampiran 11, dan Lampiran 12. Adapun pembobot yang dihasilkan akan bernilai sama untuk setiap tahunnya, sehingga akan berulang dari tahun ke tahun. Pada penelitian ini, menggunakan delapan tahun pengamatan, sehingga pembobot akan berulang sebanyak delapan kali hingga membentuk matriks diagonal berukuran 272×272 . Berikut adalah matriks pembobot dari masing-masing fungsi pembobot untuk Provinsi Jawa Timur.

a. *Adaptive Gaussian*

$$\begin{aligned} W(u_{15}, v_{15}) &= \text{diag}[w_{11}(u_{15}, v_{15}) \cdots w_{348}(u_{15}, v_{15})] \\ &= \text{diag}[0,0000 \cdots 0,7175] \end{aligned}$$

Pembobot *adaptive Gaussian* akan semakin menurun apabila jaraknya semakin jauh. Dalam penelitian ini, misalnya Provinsi Jawa Timur, pembobot *adaptive Gaussian* cenderung memberikan hasil pembobotan yang lebih besar dibandingkan dengan kedua pembobot yang lain.

b. *Adaptive Bisquare*

$$\begin{aligned} W(u_{15}, v_{15}) &= \text{diag}[w_{11}(u_{15}, v_{15}) \cdots w_{348}(u_{15}, v_{15})] \\ &= \text{diag}[0,0000 \cdots 0,2068] \end{aligned}$$

Pembobot *adaptive bisquare* memberikan pembobot yang bergantung pada jarak dan *bandwidth* lokasi, apabila jarak melebihi *bandwidth*, maka akan diboboti sebesar nol.

c. *Adaptive Tricube*

$$\begin{aligned} W(u_{15}, v_{15}) &= \text{diag}[w_{11}(u_{15}, v_{15}) \cdots w_{348}(u_{15}, v_{15})] \\ &= \text{diag}[0,0000 \cdots 0,2132] \end{aligned}$$

Sama dengan pembobot *adaptive bisquare*, pembobot *adaptive tricube* memberikan pembobot yang bergantung pada jarak dan *bandwidth* lokasinya, apabila jarak melebihi *bandwidth*, maka akan diboboti sebesar nol.



4.7. Uji Heterogenitas Spasial

Dalam analisis GWPR diperlukan pengujian heterogenitas spasial dengan menggunakan uji *Breusch Pagan* sesuai dengan persamaan (2.40). Uji ini dilakukan setelah didapatkan matriks pembobot *adaptive gaussian*, *adaptive bisquare*, dan *adaptive tricube*. Berikut adalah hasil statistik uji BP dan *p-value* dari masing-masing fungsi pembobot yang disajikan dalam Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Statistik uji BP dan *p-value* dari Fungsi Pembobot *Adaptive Gaussian, Bisquare dan Tricube*

Fungsi Pembobot	Statistik Uji BP	<i>P-value</i>	Keputusan
<i>Adaptive Gaussian</i>	0,3390	0,01284	Tolak H_0
<i>Adaptive Bisquare</i>	0,3390	0,01284	Tolak H_0
<i>Adaptive Tricube</i>	0,3390	0,01284	Tolak H_0

Berdasarkan Tabel 4.8, *p-value* dari uji BP untuk masing-masing fungsi pembobot bernilai $< 0,05$, sehingga pada signifikansi 5% keputusan yang diambil adalah tolak H_0 dan dapat disimpulkan terdapat heterogenitas spasial. Artinya, pada data yang digunakan terdapat variasi dalam hubungan antarlokasi. Karena terdapat heterogenitas spasial, maka dapat dilanjutkan pemodelan GWPR yang mana di dalamnya mengakomodasi aspek spasial.

4.8. Pendugaan Parameter Model GWPR

Pendugaan parameter model GWPR dilakukan dengan pendekatan WLS seperti pada persamaan (2.43). Penduga parameter yang dihasilkan akan berbeda-beda di setiap lokasi, sehingga antara provinsi satu dengan yang lain memiliki koefisien regresi yang berbeda. Berikut adalah hasil pendugaan parameter dari model GWPR dengan menggunakan fungsi pembobot *adaptive*.

a. Fungsi Pembobot *Adaptive Gaussian Kernel*

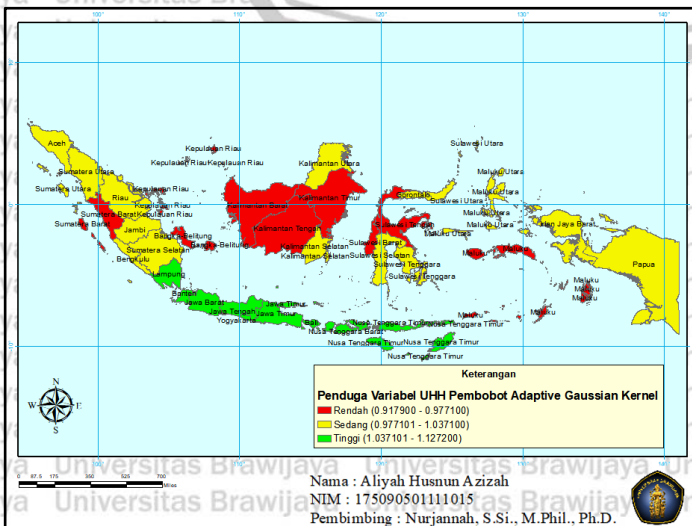
Tabel 4.9 berikut adalah hasil pendugaan parameter menggunakan fungsi pembobot *adaptive Gaussian* untuk beberapa provinsi. Hasil pendugaan parameter secara lengkap disajikan pada Lampiran 15.



Tabel 4. 9 Hasil Pendugaan Parameter GWPR dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Gaussian*

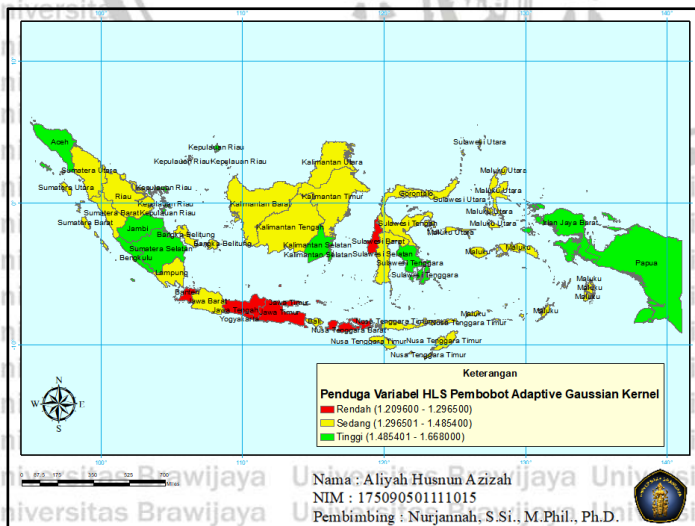
Provinsi	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_3$
Aceh	4,28e-12	0,9849	1,5378	0,0010
Sumatera Utara	1,00e-11	1,0223	1,4205	0,0011
Sumatera Barat	3,23e-12	0,9179	1,3863	0,0012
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Maluku Utara	1,01e-11	1,0294	1,4144	0,0011
Papua Barat	-4,64e-12	1,0032	1,6001	0,0010
Papua	-7,90e-13	1,0019	1,6196	0,0010

Berdasarkan Tabel 4.9 dan Lampiran 15, dapat diketahui koefisien regresi dari variabel UHH, HLS, dan pengeluaran per kapita disesuaikan untuk masing-masing provinsi seluruhnya bernilai positif, artinya apabila variabel UHH, HLS, dan pengeluaran per kapita disesuaikan di setiap provinsi mengalami peningkatan, maka IPM di setiap provinsi juga akan meningkat. Berikut adalah peta pengelompokan nilai penduga beta bagi masing-masing variabel menggunakan fungsi pembobot *adaptive Gaussian kernel*.



Gambar 4. 7 Peta Pengelompokan Penduga Variabel UHH dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Gaussian Kernel*

Berdasarkan Gambar 4.7, dapat diketahui pengelompokan $\hat{\beta}_1$ (penduga variabel UHH) untuk setiap provinsi dengan fungsi pembobot *adaptive Gaussian kernel*. Pengelompokan nilai $\hat{\beta}_1$ digunakan untuk melihat berapa besar pengaruh variabel UHH terhadap IPM. Dapat dilihat bahwa nilai $\hat{\beta}_1$ di setiap daerah bernilai positif. Artinya, UHH memberikan arah pengaruh yang sama terhadap IPM di setiap provinsi, yaitu semakin naik UHH, maka semakin naik pula IPM. Pada daerah berwarna merah, pengaruh UHH dikategorikan rendah, kuning dikategorikan sedang, dan hijau dikategorikan tinggi. Dapat dilihat bahwa pada Provinsi Lampung, Banten, Jabar, Jateng, DIY, Jatim, Bali, NTB, dan NTT termasuk ke dalam kategori tinggi. Artinya, pada sembilan provinsi tersebut memiliki pengaruh UHH yang lebih besar terhadap IPM dibandingkan dengan provinsi lain, sehingga untuk meningkatkan IPM di provinsi tersebut pemerintah hendaknya lebih memperhatikan UHH dan memperbaiki hal-hal yang menunjang kesehatan masyarakat setempat.



Gambar 4. 8 Peta Pengelompokan Penduga Variabel HLS dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Gaussian Kernel*

Berdasarkan Gambar 4.8, dapat diketahui pengelompokan $\hat{\beta}_2$ (penduga variabel HLS) untuk setiap provinsi dengan fungsi

pembobot *adaptive Gaussian kernel*. Seperti pada $\hat{\beta}_1$ di setiap provinsi, dapat dilihat bahwa nilai $\hat{\beta}_2$ di setiap provinsi juga bernilai positif. Semakin naik HLS, maka IPM semakin naik. Dapat dilihat bahwa pada Provinsi Aceh, Kepulauan Riau, Jambi, Bangka Belitung, Sumsel, Bengkulu, Kalsel, Sultra, Papua Barat, dan Papua termasuk ke dalam kategori tinggi. Artinya, HLS berpengaruh lebih tinggi terhadap IPM pada provinsi tersebut dibandingkan provinsi lain, sehingga untuk meningkatkan IPM di provinsi tersebut pemerintah hendaknya lebih memperhatikan HLS dan memperbaiki hal-hal yang menunjang pendidikan masyarakat setempat.



Gambar 4. 9 Peta Pengelompokan Penduga Variabel Pengeluaran per Kapita Disesuaikan dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Gaussian Kernel*

Berdasarkan Gambar 4.9, diketahui pengelompokan $\hat{\beta}_3$ (penduga variabel pengeluaran per kapita disesuaikan) untuk setiap provinsi dengan fungsi pembobot *adaptive Gaussian kernel*. Seperti pada penduga beta sebelumnya, dapat dilihat bahwa nilai $\hat{\beta}_3$ di setiap provinsi juga bernilai positif. Semakin naik pengeluaran per kapita disesuaikan, maka IPM semakin naik. Dapat dilihat bahwa pada Provinsi Sumbar, Kalteng, dan Sulteng termasuk ke dalam kategori tinggi. Artinya, pada provinsi tersebut pengeluaran per kapita



disesuaikan memiliki pengaruh lebih tinggi terhadap IPM dibandingkan dengan provinsi lain, sehingga untuk meningkatkan IPM di provinsi tersebut pemerintah hendaknya lebih memperhatikan pengeluaran per kapita disesuaikan dan memperbaiki hal-hal yang menunjang ekonomi masyarakat setempat.

b. Fungsi Pembobot *Adaptive Bisquare Kernel*

Tabel 4.10 berikut adalah hasil pendugaan parameter menggunakan fungsi pembobot *adaptive bisquare* untuk beberapa provinsi. Hasil pendugaan parameter secara lengkap disajikan pada Lampiran 16.

Tabel 4. 10 Hasil Pendugaan Parameter GWPR dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Bisquare*

Provinsi	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_3$
Aceh	-7,65e-12	0,6260	2,0077	0,0009
Sumatera Utara	1,64e-11	0,9922	1,3062	0,0013
Sumatera Barat	6,99e-12	0,6466	1,4466	0,0012
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Maluku Utara	1,79e-11	1,0115	1,2894	0,0013
Papua Barat	-6,68e-10	0,8967	1,6333	0,0010
Papua	4,29e-10	0,7690	1,9951	0,0010

Berdasarkan Tabel 4.10 dan Lampiran 16, pendugaan parameter GWPR menggunakan fungsi pembobot *adaptive bisquare* memiliki koefisien regresi dari variabel UHH, HLS, dan pengeluaran per kapita disesuaikan untuk masing-masing provinsi bernilai positif. Apabila variabel UHH, HLS, dan pengeluaran per kapita disesuaikan di setiap provinsi mengalami peningkatan, maka IPM di setiap provinsi juga akan meningkat. Berikut adalah peta pengelompokan nilai penduga beta bagi masing-masing variabel menggunakan fungsi pembobot *adaptive bisquare kernel*.





Gambar 4. 10 Peta Pengelompokan Penduga Variabel UHH dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Bisquare Kernel*

Berdasarkan Gambar 4.10, dapat diketahui pengelompokan $\hat{\beta}_1$ (penduga variabel UHH) untuk setiap provinsi dengan fungsi pembobot *adaptive bisquare kernel*. Nilai $\hat{\beta}_1$ di setiap daerah adalah positif. Artinya, UHH memberikan arah pengaruh yang sama terhadap IPM di setiap provinsi, yaitu semakin naik UHH, maka semakin naik pula IPM. Dapat dilihat bahwa pada Provinsi Banten, Jabar, DKI Jakarta, Jawa Tengah, DIY, Bali, NTT, dan Maluku termasuk ke dalam kategori tinggi. Artinya, pada provinsi tersebut memiliki pengaruh UHH yang lebih besar terhadap IPM dibandingkan dengan provinsi lain, sehingga untuk meningkatkan IPM di provinsi tersebut pemerintah hendaknya lebih memperhatikan UHH dan memperbaiki hal-hal yang menunjang kesehatan masyarakat setempat.



Gambar 4. 11 Peta Pengelompokan Penduga Variabel HLS dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Bisquare Kernel*

Berdasarkan Gambar 4.11, dapat diketahui pengelompokan $\hat{\beta}_2$ (penduga variabel HLS) untuk setiap provinsi dengan fungsi pembobot *adaptive bisquare kernel*. Nilai $\hat{\beta}_2$ di setiap provinsi juga bernilai positif. Semakin naik HLS, maka IPM semakin naik. Dapat dilihat bahwa pada Provinsi Aceh, Kepulauan Riau, Sumsel, Bengkulu, Kalsel, Sultra, Papua Barat, dan Papua termasuk ke dalam kategori tinggi. Artinya, HLS berpengaruh lebih tinggi terhadap IPM pada provinsi tersebut dibandingkan provinsi lain, sehingga untuk meningkatkan IPM di provinsi tersebut pemerintah hendaknya lebih memperhatikan HLS dan memperbaiki hal-hal yang menunjang pendidikan masyarakat setempat.



Gambar 4. 12 Peta Pengelompokan Pendauga Variabel Pengeluaran per Kapita Disesuaikan dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Bisquare Kernel*

Berdasarkan Gambar 4.12, diketahui pengelompokan $\hat{\beta}_3$ (penduga variabel pengeluaran per kapita disesuaikan) untuk setiap provinsi dengan fungsi pembobot *adaptive bisquare kernel*. Seperti pada penduga beta sebelumnya, dapat dilihat bahwa nilai $\hat{\beta}_3$ di setiap provinsi juga bernilai positif. Semakin naik pengeluaran per kapita disesuaikan, maka IPM semakin naik. Dapat dilihat bahwa pada Provinsi Sumut, Sumbar, Bangka Belitung, Kalteng, Kaltara, Gorontalo, Sulut, Sulteng, Sulbar, Sulsel, dan Maluku termasuk ke dalam kategori tinggi. Artinya, pada provinsi tersebut pengeluaran per kapita disesuaikan memiliki pengaruh lebih tinggi terhadap IPM dibandingkan dengan provinsi lain, sehingga untuk meningkatkan IPM di provinsi tersebut pemerintah hendaknya lebih memperhatikan pengeluaran per kapita disesuaikan dan memperbaiki hal-hal yang menunjang ekonomi masyarakat setempat.



c. Fungsi Pembobot *Adaptive Tricube Kernel*

Tabel 4.11 berikut adalah hasil pendugaan parameter menggunakan fungsi pembobot *adaptive tricube* untuk beberapa provinsi. Hasil pendugaan parameter secara lengkap disajikan pada Lampiran 17.

Tabel 4. 11 Hasil Pendugaan Parameter GWPR dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Tricube*

Provinsi	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$	$\hat{\beta}_3$
Aceh	-7,41e-12	0,5944	2,0197	0,0009
Sumatera Utara	1,76e-11	0,9988	1,2965	0,0013
Sumatera Barat	6,37e-12	0,6358	1,4592	0,0012
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
Maluku Utara	1,81e-11	1,0062	1,2885	0,0013
Papua Barat	-1,34e-11	0,8825	1,6269	0,0010
Papua	1,13e-11	0,8115	1,9615	0,0010

Berdasarkan Tabel 4.11 dan Lampiran 17, pendugaan parameter GWPR menggunakan fungsi pembobot *adaptive tricube* karakteristiknya sama seperti pendugaan parameter dengan fungsi pembobot *adaptive* lainnya. Koefisien regresi dari variabel UHH, HLS, dan pengeluaran per kapita disesuaikan untuk masing-masing provinsi bernilai positif. Artinya apabila variabel UHH, HLS, dan pengeluaran per kapita disesuaikan di setiap provinsi mengalami peningkatan, maka IPM di setiap provinsi juga akan meningkat. Berikut adalah peta pengelompokan nilai penduga beta bagi masing-masing variabel menggunakan fungsi pembobot *adaptive tricube kernel*.





Gambar 4. 13 Peta Pengelompokan Penduga Variabel UHH dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Tricube Kernel*

Berdasarkan Gambar 4.13, dapat diketahui pengelompokan $\hat{\beta}_1$ (penduga variabel UHH) untuk setiap provinsi dengan fungsi pembobot *adaptive tricube kernel*. $\hat{\beta}_1$ di setiap daerah bernilai positif. Artinya, UHH memberikan arah pengaruh yang sama terhadap IPM di setiap provinsi, yaitu semakin naik UHH, maka IPM akan naik. Sama seperti pada pembobot *adaptive bisquare kernel*, Provinsi Banten, Jabar, DKI Jakarta, Jawa Tengah, DIY, Bali, NTT, dan Maluku termasuk ke dalam kategori tinggi. Artinya, pada provinsi tersebut memiliki pengaruh UHH yang lebih besar terhadap IPM dibandingkan dengan provinsi lain, sehingga untuk meningkatkan IPM di provinsi tersebut pemerintah hendaknya lebih memperhatikan UHH dan memperbaiki hal-hal yang menunjang kesehatan masyarakat setempat.



Gambar 4. 14 Peta Pengelompokan Penduga Variabel HLS dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Tricube Kernel*

Berdasarkan Gambar 4.14, dapat diketahui pengelompokan $\hat{\beta}_2$ (penduga variabel HLS) untuk setiap provinsi dengan fungsi pembobot *adaptive tricube kernel*. Nilai $\hat{\beta}_2$ di setiap provinsi juga bernilai positif. Semakin naik HLS, maka IPM semakin naik. Dapat dilihat bahwa pada Provinsi Aceh, Kepulauan Riau, Sumsel, Bengkulu, Kalsel, Sultra, Papua Barat, dan Papua termasuk ke dalam kategori tinggi. Artinya, HLS berpengaruh lebih tinggi terhadap IPM pada provinsi tersebut dibandingkan provinsi lain, sehingga untuk meningkatkan IPM di provinsi tersebut pemerintah hendaknya lebih memperhatikan HLS dan memperbaiki hal-hal yang menunjang pendidikan masyarakat setempat.



Gambar 4. 15 Peta Pengelompokan Penduga Variabel Pengeluaran per Kapita Disesuaikan dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Tricube Kernel*

Berdasarkan Gambar 4.15, diketahui pengelompokan $\hat{\beta}_3$ (penduga variabel pengeluaran per kapita disesuaikan) untuk setiap provinsi dengan fungsi pembobot *adaptive tricube kernel*. Seperti pada penduga beta sebelumnya, dapat dilihat bahwa nilai $\hat{\beta}_3$ di setiap provinsi juga bernilai positif. Semakin naik pengeluaran per kapita disesuaikan, maka IPM semakin naik. Dapat dilihat bahwa pada Provinsi Sumut, Bangka Belitung, Kalteng, Kaltara, Sulteng, Sulbar, Sulsel, dan Malut termasuk ke dalam kategori tinggi. Artinya, pada provinsi tersebut pengeluaran per kapita disesuaikan memiliki pengaruh lebih tinggi terhadap IPM dibandingkan dengan provinsi lain, sehingga untuk meningkatkan IPM di provinsi tersebut pemerintah hendaknya lebih memperhatikan pengeluaran per kapita disesuaikan dan memperbaiki hal-hal yang menunjang ekonomi masyarakat setempat.



4.9. Pengujian Hipotesis GWPR

Pengujian hipotesis pada GWPR dilakukan secara serentak untuk mengetahui kesesuaian model dan secara parsial untuk mengetahui signifikansi parameter. Berikut adalah hasil pengujian secara serentak menggunakan uji F dan parsial menggunakan uji t dari model GWPR sebagaimana dijelaskan pada subbab 2.4.4.

4.9.1. Uji Kesesuaian Model

Pengujian parameter model GWPR secara serentak digunakan untuk melihat kecocokan model. Dalam hal ini, akan dilihat apakah model GWPR lebih cocok dari pada regresi global. Tabel 4.12 berikut adalah tabel pengujian serentak pada masing-masing fungsi pembobot.

Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Kesesuaian Model GWPR

	df	RSS	Statistik Uji F	F_{α,df_1,df_2}
Global	268	5,3342		
GWPR (<i>adaptive gaussian</i>)	248,5512	4,4372	1,1149	1,2285
GWPR (<i>adaptive bisquare</i>)	213,5440	3,2597	1,3039	1,2405
GWPR (<i>adaptive tricube</i>)	217,9930	3,4251	1,2668	1,2389

Berdasarkan Tabel 4.12, pada bagian GWPR menggunakan fungsi pembobot *adaptive gaussian*, diperoleh nilai statistik uji $F < F_{(0,05;268;248,5512)}$. Dengan signifikansi 5%, dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan antara model GWPR dengan fungsi pembobot *adaptive gaussian* dibandingkan model regresi global. Artinya, model GWPR dengan fungsi pembobot *adaptive gaussian* memiliki *goodness of fit* yang tidak lebih baik dari pada model regresi global.

Kemudian, pada bagian GWPR menggunakan fungsi pembobot *adaptive bisquare* diperoleh nilai statistik uji $F > F_{(0,05;268;213,544)}$. Dengan signifikansi 5%, dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan antara model GWPR dengan fungsi pembobot *adaptive bisquare* dibandingkan model regresi global. Model GWPR dengan pembobot *adaptive bisquare* memiliki *goodness of fit* yang lebih baik dibandingkan dengan model regresi global.



Pada bagian GWPR menggunakan fungsi pembobot *adaptive tricube* diperoleh nilai statistik uji $F > F_{(0,05;268;217,993)}$. Dengan signifikansi 5%, dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan antara model GWPR dengan fungsi pembobot *adaptive tricube* dibandingkan model regresi global. Model GWPR dengan pembobot *adaptive tricube* memiliki *goodness of fit* yang lebih baik dibandingkan dengan model regresi global.

4.9.2. Uji Signifikansi Parameter

Pengujian parameter model GWPR secara parsial digunakan untuk melihat apakah hasil pendugaan parameter yang telah diperoleh untuk masing-masing variabel independen signifikan atau tidak. Tabel 4.13 berikut adalah hasil pengujian parsial parameter model GWPR untuk masing-masing fungsi pembobot pada Provinsi DKI Jakarta, Jawa Timur, dan Papua. Ketiga provinsi ini dipilih untuk mewakili masing-masing kategori IPM di Indonesia pada tahun 2020. DKI Jakarta mewakili kategori IPM sangat tinggi, Jawa Timur mewakili kategori IPM tinggi, dan Papua mewakili kategori IPM sedang. Hasil pengujian parameter model GWPR selengkapnya disajikan pada Lampiran 15, Lampiran 16, dan Lampiran 17.

Tabel 4. 13 Pengujian Signifikansi Parameter Model GWPR pada Provinsi DKI Jakarta, Jawa Timur, dan Papua

Provinsi	Fungsi Pembobot	Koefisien	t_{hit}	P-value	
DKI Jakarta	<i>Adaptive gaussian</i>	$\hat{\beta}_0$	-1,7e-12	0,0000	1,0000
		$\hat{\beta}_1$	1,0757	17,4507	0,0000
		$\hat{\beta}_2$	1,3989	18,7351	0,0000
		$\hat{\beta}_3$	0,0010	22,5189	0,0000
	<i>Adaptive bisquare</i>	$\hat{\beta}_0$	5,5e-12	0,0000	1,0000
		$\hat{\beta}_1$	1,4351	7,6788	0,0000
		$\hat{\beta}_2$	1,1888	6,8178	0,0000
		$\hat{\beta}_3$	0,0008	8,4029	0,0000
	<i>Adaptive tricube</i>	$\hat{\beta}_0$	5,4e-12	0,0000	1,0000
		$\hat{\beta}_1$	1,4189	7,5705	0,0000
		$\hat{\beta}_2$	1,1808	6,7586	0,0000
		$\hat{\beta}_3$	0,0009	8,6093	0,0000

Tabel 4. 13 (Lanjutan) Pengujian Signifikansi Parameter Model GWPR pada Provinsi DKI Jakarta, Jawa Timur, dan Papua

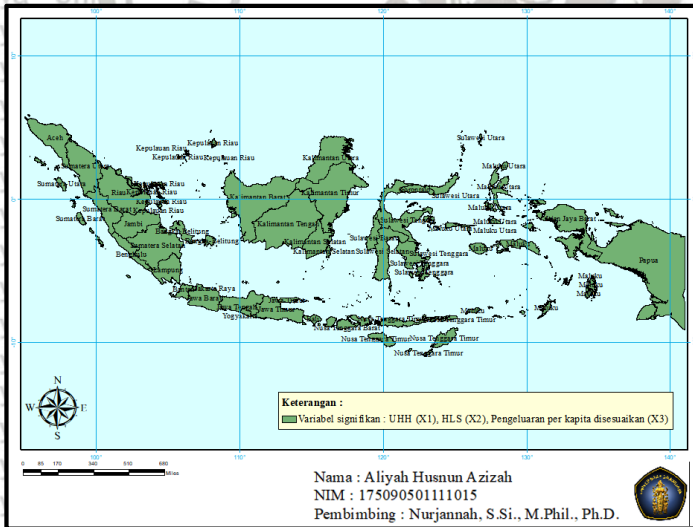
Provinsi	Fungsi Pembobot	Koefisien		t_{hit}	P -value
		$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$		
Jawa Timur	Adaptive gaussian	$\hat{\beta}_0$	-5,2e-12	0,0000	1,0000
		$\hat{\beta}_1$	1,0986	12,9327	0,0000
		$\hat{\beta}_2$	1,2877	12,3710	0,0000
		$\hat{\beta}_3$	0,0010	17,9270	0,0000
	Adaptive bisquare	$\hat{\beta}_0$	2,5e-12	0,0000	1,0000
		$\hat{\beta}_1$	1,0555	7,5842	0,0000
		$\hat{\beta}_2$	1,1348	6,5238	0,0000
		$\hat{\beta}_3$	0,0011	12,2688	0,0000
	Adaptive tricube	$\hat{\beta}_0$	3,2e-12	0,0000	1,0000
		$\hat{\beta}_1$	1,0426	7,4222	0,0000
		$\hat{\beta}_2$	1,1262	6,5514	0,0000
		$\hat{\beta}_3$	0,0011	12,3511	0,0000
Papua	Adaptive gaussian	$\hat{\beta}_0$	-7,9e-13	0,0000	1,0000
		$\hat{\beta}_1$	1,0019	17,5765	0,0000
		$\hat{\beta}_2$	1,6196	22,8705	0,0000
		$\hat{\beta}_3$	0,0010	22,6842	0,0000
	Adaptive bisquare	$\hat{\beta}_0$	1,2e-11	0,0000	1,0000
		$\hat{\beta}_1$	0,7690	3,4256	0,0010
		$\hat{\beta}_2$	1,9951	13,5635	0,0000
		$\hat{\beta}_3$	0,0010	10,6315	0,0000
	Adaptive tricube	$\hat{\beta}_0$	1,1e-11	0,0000	1,0000
		$\hat{\beta}_1$	0,8115	3,3995	0,0010
		$\hat{\beta}_2$	1,9615	12,8220	0,0000
		$\hat{\beta}_3$	0,0010	10,5240	0,0000

Berdasarkan Tabel 4.13, p -value untuk masing-masing parameter bernilai $< 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan signifikansi 5% variabel UHH, HLS, dan pengeluaran per kapita disesuaikan berpengaruh signifikan terhadap IPM di Provinsi DKI Jakarta, Jawa Timur, dan Papua. Berdasarkan Lampiran 15, Lampiran 16, dan Lampiran 17 juga didapatkan hasil bahwa variabel UHH, HLS, dan pengeluaran per kapita disesuaikan berpengaruh signifikan



terhadap IPM di seluruh provinsi yang ada di Indonesia. Model GWPR yang terbentuk dari masing-masing provinsi akan berbeda-beda sesuai dengan koefisien regresi yang diperoleh.

Apabila 34 provinsi di Indonesia dikelompokkan berdasarkan variabel independen yang mempengaruhi IPM secara signifikan, maka hanya diperoleh satu kategori saja. Kategori ini memiliki seluruh variabel independen yang berpengaruh secara signifikan terhadap IPM. Pada Gambar 4.16 disajikan provinsi yang termasuk dalam kategori tersebut.



Gambar 4. 16 Peta Pengelompokan Provinsi berdasarkan Variabel yang Signifikan

4.10. Pemilihan Model GWPR Terbaik

Dari ketiga model GWPR yang terbentuk, yaitu menggunakan fungsi pembobot *adaptive gaussian*, *adaptive bisquare*, dan *adaptive tricube* selanjutnya dipilih model terbaik berdasarkan nilai AIC sesuai dengan persamaan (2.46). Model yang terbaik diindikasikan dengan nilai AIC yang paling minimum. Berikut akan disajikan nilai AIC dari masing-masing model dalam Tabel 4.14.

Tabel 4. 14 Nilai AIC dari Masing-masing Model

Model	AIC
GWPR dengan pembobot <i>adaptive gaussian</i>	-306,2379
GWPR dengan pembobot <i>adaptive bisquare</i>	-312,9978
GWPR dengan pembobot <i>adaptive tricube</i>	-306,0279

Berdasarkan Tabel 4.14, dapat dilihat bahwa GWPR dengan menggunakan pembobot *adaptive bisquare* memiliki nilai AIC paling minimum. Dapat disimpulkan bahwa model terbaik untuk memodelkan IPM 34 provinsi di Indonesia tahun 2013–2020 adalah model GWPR dengan fungsi pembobot *adaptive bisquare*. Hal ini juga didukung dengan hasil pengujian kesesuaian model menggunakan uji serentak, di mana hasil dari uji tersebut adalah model GWPR dengan pembobot *adaptive bisquare* memiliki *goodness of fit* yang lebih baik dibandingkan dengan regresi global.

Fungsi pembobot *adaptive* merupakan fungsi di mana *bandwidth* dapat menyesuaikan nilainya berdasarkan variasi kepadatan data. *Bandwidth* bernilai besar pada data yang jarang (*sparse*) dan akan bernilai kecil pada data yang lebih berlimpah (*dense*) (Fotheringham dkk., 2002). Fungsi pembobot *adaptive bisquare*, menyediakan fungsi pembobot yang kontinu hingga jarak b_i dari titik regresi dan kemudian memberi bobot nol pada titik data apa pun di luar b_i (*bandwidth*). Hal ini sesuai dengan data yang digunakan dalam penelitian ini, karena apabila suatu provinsi jaraknya sangat jauh dari provinsi lain, maka kondisi di masing-masing provinsi tersebut kemungkinan tidak saling mempengaruhi. Misalnya dalam hal kesehatan, apabila provinsi saling berdekatan, maka masih ada kemungkinan masyarakat di suatu daerah untuk memanfaatkan fasilitas kesehatan di daerah tetangganya. Begitu pula dengan hal ekonomi dan pendidikan.

4.11. Interpretasi Model GWPR

Berdasarkan nilai AIC, model GWPR yang terbaik adalah menggunakan fungsi pembobot *adaptive bisquare*. Pada analisis GWPR, masing-masing lokasi atau provinsi memiliki model GWPR yang berbeda-beda sesuai dengan koefisien regresi yang diperoleh. Hal yang menjadi kekurangan dalam penelitian ini adalah tidak dapat menampakkan efek individu dari masing-masing provinsi, hal ini dikarenakan akibat dari transformasi *within* yang bersifat menghilangkan efek individu pada model FE (Gujarati, 2004). Berikut

adalah model GWPR yang terbentuk untuk beberapa provinsi, yaitu Provinsi DKI Jakarta, Jawa Timur dan Papua. Provinsi tersebut mewakili setiap kategori IPM di Indonesia pada tahun 2020. Masing-masing model disajikan dalam persamaan (4.4), (4.5), dan (4.6).

$$\begin{aligned} \text{DKI} \quad \hat{Y}_{11t} &= (5,5e - 12) + 1,4351X_{11t1} & (4.4) \\ \text{Jakarta} &+ 1,1888X_{11t2} + 0,0008X_{11t3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jawa} \quad \hat{Y}_{15t} &= (2,5e - 12) + 1,0555X_{15t1} & (4.5) \\ \text{Timur} &+ 1,1348X_{15t2} + 0,0011X_{15t3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Papua} \quad \hat{Y}_{34t} &= (1,2e - 11) + 0,7690X_{34t1} & (4.6) \\ &+ 1,9951X_{34t2} + 0,0010X_{34t3} \end{aligned}$$

di mana

- \hat{Y} : Nilai duga IPM
- X_1 : Nilai variabel UHH
- X_2 : Nilai variabel HLS
- X_3 : Nilai variabel pengeluaran per kapita disesuaikan

Seperti pada subbab 4.9, telah disebutkan bahwa variabel UHH (X_1), HLS (X_2), dan pengeluaran per kapita disesuaikan (X_3) berpengaruh secara signifikan terhadap IPM (Y) pada setiap provinsi di Indonesia. Maka dari itu, dalam hal meningkatkan IPM di masing-masing provinsi, sangat penting untuk mempertimbangkan variabel UHH, HLS, dan pengeluaran per kapita disesuaikan. Berikut adalah penjelasan hubungan dari masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen.

a. Umur Harapan Hidup (UHH)

Dalam penelitian ini, UHH merupakan salah satu variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap IPM. UHH merupakan suatu patokan untuk menelaah kinerja dari pemerintah, secara umum dalam upaya menyejahterakan penduduk dan secara khusus berkaitan dengan upaya peningkatan derajat kesehatan. Kaitannya dengan IPM, UHH menjadi indikator dari dimensi kesehatan.

Berdasarkan persamaan (4.4), variabel UHH di Provinsi DKI Jakarta berpengaruh signifikan dan memiliki hubungan positif dengan IPM. Pertambahan UHH di DKI Jakarta pada tahun ke- t sebanyak satu



tahun akan meningkatkan nilai IPM di DKI Jakarta pada tahun ke- t sebesar 1,4351. Nilai IPM Provinsi Jawa Timur juga dipengaruhi oleh UHH. Berdasarkan persamaan (4.5), pertambahan UHH pada tahun ke- t sebanyak satu tahun di Jawa Timur akan meningkatkan IPM di Jawa Timur pada tahun ke- t sebesar 1,0555. Begitu pula dengan Provinsi Papua, berdasarkan persamaan (4.6), apabila UHH di Papua pada tahun ke- t bertambah satu tahun, maka akan meningkatkan nilai IPM pada tahun ke- t di Papua sebesar 0,7690. Hal ini berlaku dengan catatan variabel independen lain dianggap konstan.

Berdasarkan uraian di atas, UHH menjadi salah satu faktor yang penting dalam meningkatkan IPM. Provinsi yang masih memiliki UHH rendah harus memiliki program pembangunan kesehatan maupun program sosial lain yang mampu menunjang aspek kesehatan masyarakat setempat. Pada tahun 2020, UHH di Sulawesi Barat menempati urutan terendah, sehingga pemerintah setempat hendaknya lebih memperhatikan aspek kesehatan masyarakat, misalnya dengan cara memperbaiki kecukupan gizi masyarakat setempat.

b. Harapan Lama Sekolah (HLS)

Dalam penelitian ini, HLS juga menjadi salah satu variabel yang berpengaruh signifikan terhadap IPM. HLS merupakan waktu (dalam tahun) yang ditempuh penduduk berusia 7 tahun ke atas untuk bersekolah. HLS merupakan salah satu indikator dari dimensi pendidikan. HLS menggambarkan kondisi pembangunan sistem pendidikan di berbagai tingkatan.

Berdasarkan persamaan (4.4), HLS di DKI Jakarta berpengaruh signifikan dan berhubungan positif terhadap nilai IPM. Setiap penambahan satu tahun HLS di DKI Jakarta pada tahun ke- t , akan meningkatkan nilai IPM di DKI Jakarta pada tahun ke- t sebesar 1,1888. Di Provinsi Jawa Timur, HLS juga berpengaruh positif terhadap nilai IPM. Berdasarkan persamaan (4.5), apabila HLS di Jawa Timur pada tahun ke- t meningkat satu tahun, maka nilai IPM di Jawa Timur pada tahun ke- t akan naik sebesar 1,1348. HLS juga berpengaruh signifikan dan positif terhadap nilai IPM di Papua. Berdasarkan persamaan (4.6), apabila HLS di Papua pada tahun ke- t naik satu tahun, maka nilai IPM di Papua pada tahun ke- t akan bertambah sebesar 1,9951. Hal ini berlaku jika variabel independen lain dianggap konstan.

Berdasarkan uraian di atas, HLS merupakan faktor penting dalam meningkatkan IPM. Maka dari itu, untuk mencapai pembangunan manusia yang baik dan menyeluruh, pemerintah hendaknya bisa pemeratakan sistem pendidikan di seluruh provinsi. Pembangunan manusia merupakan suatu proses perluasan pilihan dari masyarakat, salah satunya mengenai pendidikan. Hal ini dapat diartikan bahwa seluruh masyarakat berhak untuk memperoleh pendidikan yang baik, di manapun masyarakat tinggal. Pada tahun 2020, HLS terendah dimiliki Provinsi Papua. Rendahnya HLS di Provinsi Papua dapat disebabkan salah satunya oleh angka partisipasi sekolah. Berdasarkan data tahun 2019, di Provinsi Papua angka partisipasi sekolah penduduk yang berusia 7 sampai 24 tahun hanya 61,90%. Adapun 16,02% di antaranya tidak/belum pernah sekolah, dan 22,08% di antaranya tidak bersekolah lagi (BPS, 2021). Adapun HLS di Provinsi Papua pada tahun 2020 adalah sebesar 11,08 tahun atau setara dengan kelas 2 SMA. Di Indonesia sendiri terdapat program wajib belajar 12 tahun, artinya program tersebut di Provinsi Papua masih belum maksimal. Oleh karena itu, diperlukan pemerataan pendidikan di seluruh Indonesia seperti meningkatkan fasilitas dan kualitas tenaga pendidik, maupun membuat kebijakan yang dapat mendukung sistem pendidikan yang lebih baik.

c. Pengeluaran per Kapita Disesuaikan

Dalam penelitian ini, pengeluaran per kapita disesuaikan berpengaruh signifikan terhadap IPM. Pengeluaran per kapita disesuaikan merupakan kemampuan masyarakat dalam mengeluarkan uangnya tiap tahun untuk mendapat barang atau jasa. Variabel ini merupakan indikator dari dimensi standar hidup layak.

Berdasarkan persamaan (4.4), pengeluaran per kapita disesuaikan di DKI Jakarta berpengaruh signifikan dan positif terhadap nilai IPM. Setiap penambahan seribu rupiah pengeluaran per kapita disesuaikan di DKI Jakarta pada tahun ke- t , akan meningkatkan nilai IPM di DKI Jakarta pada tahun ke- t sebesar 0,0008. Pengeluaran per kapita disesuaikan di Jawa Timur juga berpengaruh positif terhadap nilai IPM. Berdasarkan persamaan (4.5), apabila pengeluaran per kapita disesuaikan di Jawa Timur pada tahun ke- t meningkat seribu rupiah, maka nilai IPM di Jawa Timur pada tahun ke- t akan naik sebesar 0,0011. Pengeluaran per kapita disesuaikan juga berpengaruh signifikan dan positif terhadap nilai IPM di Papua. Berdasarkan



persamaan (4.6), apabila pengeluaran per kapita disesuaikan di Papua pada tahun ke- t naik seribu rupiah, maka nilai IPM di Papua pada tahun ke- t akan naik sebesar 0,0010. Hal ini berlaku jika variabel independen lain dianggap konstan.

Dari uraian di atas, pengeluaran per kapita disesuaikan juga menjadi salah satu faktor penting dalam meningkatkan IPM. Pengeluaran per kapita disesuaikan menggambarkan kondisi ekonomi pada waktu tertentu. Banyak faktor yang mempengaruhi kondisi ekonomi di suatu periode. Misalnya, adanya pandemi *Covid-19* menjadikan kondisi ekonomi tidak stabil. Pada tahun 2020, pengeluaran per kapita disesuaikan terendah adalah Papua sebesar Rp 6.954.000,00 per tahun. Nilai ini cukup jauh berbeda dengan rata-rata seluruh provinsi di Indonesia yaitu Rp 10.685.700,00 per tahun. Hal ini menunjukkan bahwa pemerataan ekonomi di seluruh provinsi masih kurang. Terdapat daerah yang memiliki pengeluaran per kapita disesuaikan sangat tinggi seperti DKI Jakarta, namun ada pula yang sangat rendah seperti di Papua. Oleh karena itu, berbagai upaya perlu dilakukan pemerintah untuk memperbaiki kondisi ekonomi, seperti membuat kebijakan dan memaksimalkan sektor-sektor industri, pariwisata, serta pertanian. Pemerintah juga dapat memaksimalkan potensi suatu daerah yang dapat membantu meningkatkan kondisi ekonomi di daerah tersebut.





(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil adalah :

1. Model yang terbentuk adalah GWR dengan model *fixed effect*. Masing-masing provinsi memiliki model yang berbeda sesuai dengan koefisien regresi yang didapatkan. Berdasarkan hasil analisis, diperoleh informasi bahwa IPM pada tahun ke- t di setiap provinsi yang ada di Indonesia secara signifikan dipengaruhi oleh Umur Harapan Hidup (UHH), Harapan Lama Sekolah (HLS), dan pengeluaran per kapita disesuaikan pada tahun ke- t . Adapun pengaruh yang diberikan adalah positif, artinya apabila ketiga variabel independen semakin meningkat, maka akan meningkatkan IPM. Dalam model ini, tidak dapat terlihat pengaruh individu di masing-masing provinsi, karena adanya transformasi *within* yang dapat menghilangkan efek individu.
2. Fungsi pembobot GWPR yang memberikan hasil terbaik dari tiga fungsi pembobot *adaptive kernel* adalah *adaptive biquare kernel*. Fungsi pembobot tersebut memiliki nilai AIC minimum dan berdasarkan uji kesesuaian model didapatkan hasil bahwa GWPR menggunakan fungsi pembobot tersebut cocok digunakan untuk pemodelan IPM dari 34 provinsi di Indonesia pada tahun 2013–2020.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat diberikan saran bagi pembaca.

1. Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dipengaruhi oleh variabel Umur Harapan Hidup (UHH), Harapan Lama Sekolah (HLS), dan pengeluaran per kapita disesuaikan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan IPM di setiap provinsi, perlu dilakukan pemerataan dari segi kesehatan, pendidikan, maupun hidup yang layak. Pemerintah hendaknya terus memantau dan mengikuti perkembangan IPM dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di setiap provinsi yang ada di Indonesia, khususnya provinsi dengan UHH, HLS, dan pengeluaran per kapita disesuaikan yang tertinggal dari provinsi lain agar bisa dioptimalkan. Pemerintah



dapat mengoptimalkan potensi suatu daerah, melakukan pemerataan fasilitas pendidikan dan kesehatan, sehingga tujuan dari pembangunan manusia bisa tercapai dan merata di seluruh Indonesia.

2. Mengembangkan analisis GWPR yang dapat mengakomodir model regresi data panel yang lain, misalnya *Random Effect Model* (REM).



DAFTAR PUSTAKA

- Anselin, L. 1988. *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Kluwer Academic Publishers.
- Arofah, I., & Rohimah, S. 2019. Analisis Jalur untuk Pengaruh Angka Harapan Hidup, Harapan Lama Sekolah, Rata-Rata Lama Sekolah terhadap Indeks Pembangunan Manusia Melalui Pengeluaran Riil Per Kapita Di Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Sainatika UNPAM, Vol, 2, No.1*. pp: 76-78.
- Baltagi, B.H. 2005. *Econometric Analysis of Panel Data*, 3rd Edition. John Wiley & Sons, Ltd.
- BPS Provinsi DKI Jakarta. 2014. *Jakarta dalam Angka 2014*. DKI Jakarta : BPS Provinsi DKI Jakarta.
- BPS Provinsi Kalimantan Timur. 2014. *Kalimantan Timur dalam Angka 2014*. Kalimantan Timur : BPS Provinsi Kalimantan Timur.
- BPS. 2020. *Indeks Pembangunan Manusia 2019*. Jakarta : Badan Pusat Statistik.
- BPS. 2021. *Partisipasi Sekolah Penduduk Total Usia 7-24 Tahun (Persen). 2017-2019*. Diakses pada 17 Juni 2021. <https://papua.bps.go.id/indicator/28/425/1/partisipasi-sekolah-penduduk-total-usia-7-24-tahun.html>
- Caraka, R.E., & Yasin, H. 2017. *Geographically Weighted Regression (GWR) Sebuah Pendekatan Regresi Geografis*. Yogyakarta : MOBIUS.
- Charlton, M., Fotheringham, S., & Brunson, C. 2009. Geographically weighted regression. *White paper. National Centre for Geocomputation. National University of Ireland Maynooth*.
- Croissant, Y. & Millo, G. 2008. Panel Data Econometrics in R: The plm Package. *Journal of Statistical Software, Volume 27, Issue 2*.
- DIVA-GIS. 2021. *Free Spatial Data*. Diakses pada 18 April 2021. <https://www.diva-gis.org/>
- Fitriani, R., & Efendi, A. 2019. *Ekonometrika Spasial Terapan dengan R*. Malang: UB Press.
- Fotheringham, A.S., Brunson, C., & Charlton, M. 2002. *Geographically Weighted Regression, The Analysis of Spatially Varying Relationships*. John Wiley & Sons, Ltd.



- Gujarati, D.N. 2004. *Basic Econometrics*, 4th Edition. McGraw-Hill/Irwin.
- Hill, R.C., Griffiths W.E., & Lim, G.C. 2011. *Principles of Econometrics*, 4th Edition. John Wiley & Sons, Inc.
- Hsiao, C. 2014. *Analysis of Panel Data*, 3rd Edition. Cambridge University Press.
- Jaya, I.G.N.M., & Sunengsih, N. Kajian Analisis Regresi dengan Data Panel. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Kemenkeu. 2020. *Pokok-pokok APBN 2020*. Jakarta : Kementerian Keuangan Direktorat Jendral Anggaran.
- Latlong.net. 2021. *Latitude and Longitude Finder*. Diakses pada Januari 2021. <https://www.latlong.net/>
- Lombard, J.R., Stern, E., & Clarke, G. 2017. *Applied Spatial Modelling and Planning*. New York : Routledge.
- Maulani, A., Herrhyanto, N., & Suherman, M. 2016. Aplikasi Model Geographically Weighted Regression (Gwr) Untuk Menentukan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kasus Gizi Buruk Anak Balita Di Jawa Barat. *Jurnal EurekaMatika*, 4(1), 46-63.
- McMillen, D.P. 1996. One Hundred Fifty Years of Land Values in Chicago: A Nonparametric Approach. *Journal of Urban Economics*, 40, 100-124.
- Meutuah, S.M., Yasin, H., & Maruddani, D.A.I. 2017. Pemodelan Fixed Effect Geographically Weighted Panel Regression untuk Indeks Pembangunan Manusia di Jawa Tengah. *Jurnal Gaussian*, Vol. 6, No. 2. pp: 241-250.
- Prasanti, T.A., Wuryandari, T., & Rusgiyono, A. 2015. Aplikasi Regresi Data Panel untuk Pemodelan Tingkat Pengangguran Terbuka Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Gaussian*, Vol. 4, No. 3, pp. 687-696.
- Rawlings, J. O., Pantula, S. G., & Dickey, D. A. 2001. *Applied regression analysis: a research tool*. Springer Science & Business Media.
- Rahayu, N.S. 2017. *Geographically Weighted Panel Regression untuk Pemodelan Persentase Penduduk Miskin di Provinsi Jawa Tengah*. Tesis. Program Magister Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2005. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2005 tentang Dana Perimbangan*. Jakarta.

Safitri, D.W., Darsyah, M.Y., & Utami, T.W. 2014. Pemodelan Spatial Error Model (SEM) Untuk Indeks Pembangunan Manusia (Ipm) Di Provinsi Jawa Tengah. *Jurnal Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang, Vol 2, No. 2*.

Steel, R.G.D., & Torrie, J.H. 1993. *Prinsip Dan Prosedur Statistika, Suatu Pendekatan Biometrik*. Terjemahan. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.

Susanti, D.S., Lestia, A.S., & Sukmawaty, Y. 2016. Pemodelan Tingkat Kesejahteraan Penduduk Propinsi Kalimantan Selatan dengan Pendekatan *Geographically Weighted Regression (GWR)*. *Prosiding Seminar Nasional MIPA 2016*. Oktober 27-28.

Wati, D.C., & Utami, H. 2020. Model Geographically Weighted Panel Regression (Gwpr) Dengan Fungsi Kernel Fixed Gaussian Pada Indeks Pembangunan Manusia Di Jawa Timur. *Jurnal Matematika Thales (JMT), Vol. 02 No. 01*.

Wooldridge, J.M. 2002. *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. London: The MIT Press.

Yu, D. 2010. Exploring Spatio Temporally Varying Regressed Relationships : The Geographically Weighted Panel Regression Analysis. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. 38, Part II*.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Penelitian

ID	Provinsi	Tahun	Y	X1	X2	X3
1	Aceh	2013	68,3	69,31	13,36	8289
2	Sumatera Utara	2013	68,36	67,94	12,41	9309
3	Sumatera Barat	2013	68,91	68,21	13,16	9570
4	Riau	2013	69,91	70,67	12,27	10180
5	Jambi	2013	67,76	70,35	12,17	9066
6	Sumatera Selatan	2013	66,16	68,84	11,46	9231
7	Bengkulu	2013	67,5	68,33	12,78	8803
8	Lampung	2013	65,73	69,55	11,9	8415
9	Kep.Bangka Belitung	2013	67,92	69,64	10,96	11657
10	Kepulauan Riau	2013	73,02	69,05	12,26	12942
11	DKI Jakarta	2013	78,08	72,19	12,24	16828
12	Jawa Barat	2013	68,25	72,09	11,81	9421
13	Jawa Tengah	2013	68,02	73,28	11,89	9618
14	D I Yogyakarta	2013	76,44	74,45	14,67	12261
15	Jawa Timur	2013	67,55	70,34	12,17	9978
16	Banten	2013	69,47	69,04	12,05	11061



Lampiran 1 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	Y	X1	X2	X3
17	Bali	2013	72,09	71,11	12,4	12738
18	Nusa Tenggara Barat	2013	63,76	64,74	12,46	8950
19	Nusa Tenggara Timur	2013	61,68	65,82	12,27	6899
20	Kalimantan Barat	2013	64,3	69,66	11,6	8127
21	Kalimantan Tengah	2013	67,41	69,29	11,71	9641
22	Kalimantan Selatan	2013	67,17	67,35	11,67	10655
23	Kalimantan Timur	2013	73,21	73,52	12,85	10981
24	Kalimantan Utara	2013	67,99	72,02	12,3	8229
25	Sulawesi Utara	2013	69,49	70,86	11,88	9583
26	Sulawesi Tengah	2013	65,79	67,02	12,36	8501
27	Sulawesi Selatan	2013	67,92	69,5	12,52	9632
28	Sulawesi Tenggara	2013	67,55	70,28	12,45	8537
29	Gorontalo	2013	64,7	66,92	12,13	8719
30	Sulawesi Barat	2013	61,53	63,32	11,46	8148
31	Maluku	2013	66,09	64,93	13,35	7872
32	Maluku Utara	2013	64,78	67,24	12,48	7200
33	Papua Barat	2013	60,91	65,05	11,67	6896



Lampiran 1 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	Y	X1	X2	X3
34	Papua	2013	56,25	64,76	9,58	6394
1	Aceh	2014	68,81	69,35	13,53	8297
2	Sumatera Utara	2014	68,87	68,04	12,61	9391
3	Sumatera Barat	2014	69,36	68,32	13,48	9621
4	Riau	2014	70,33	70,76	12,45	10262
5	Jambi	2014	68,24	70,43	12,38	9141
6	Sumatera Selatan	2014	66,75	68,93	11,75	9302
7	Bengkulu	2014	68,06	68,37	13,01	8864
8	Lampung	2014	66,42	69,66	12,24	8476
9	Kep.Bangka Belitung	2014	68,27	69,72	11,18	11691
10	Kepulauan Riau	2014	73,4	69,15	12,51	13019
11	DKI Jakarta	2014	78,39	72,27	12,38	16898
12	Jawa Barat	2014	68,8	72,23	12,08	9447
13	Jawa Tengah	2014	68,78	73,88	12,17	9640
14	D I Yogyakarta	2014	76,81	74,5	14,85	12294
15	Jawa Timur	2014	68,14	70,45	12,45	10012
16	Banten	2014	69,89	69,13	12,31	11150



Lampiran 1 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	Y	X1	X2	X3
17	Bali	2014	72,48	71,2	12,64	12831
18	Nusa Tenggara Barat	2014	64,31	64,9	12,73	8987
19	Nusa Tenggara Timur	2014	62,26	65,91	12,65	6934
20	Kalimantan Barat	2014	64,89	69,76	11,89	8175
21	Kalimantan Tengah	2014	67,77	69,39	11,93	9682
22	Kalimantan Selatan	2014	67,63	67,47	11,96	10748
23	Kalimantan Timur	2014	73,82	73,62	13,17	11019
24	Kalimantan Utara	2014	68,64	72,12	12,52	8289
25	Sulawesi Utara	2014	69,96	70,94	12,16	9628
26	Sulawesi Tengah	2014	66,43	67,18	12,71	8602
27	Sulawesi Selatan	2014	68,49	69,6	12,9	9723
28	Sulawesi Tenggara	2014	68,07	70,39	12,78	8555
29	Gorontalo	2014	65,17	67	12,49	8762
30	Sulawesi Barat	2014	62,24	64,04	11,78	8170
31	Maluku	2014	66,74	65,01	13,53	7925
32	Maluku Utara	2014	65,18	67,34	12,72	7234
33	Papua Barat	2014	61,28	65,14	11,87	6944



Lampiran 1 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	Y	X1	X2	X3
34	Papua	2014	56,75	64,84	9,94	6416
1	Aceh	2015	69,45	69,5	13,73	8533
2	Sumatera Utara	2015	69,51	68,29	12,82	9563
3	Sumatera Barat	2015	69,98	68,66	13,6	9804
4	Riau	2015	70,84	70,93	12,74	10364
5	Jambi	2015	68,89	70,56	12,57	9446
6	Sumatera Selatan	2015	67,46	69,14	12,02	9474
7	Bengkulu	2015	68,59	68,5	13,18	9123
8	Lampung	2015	66,95	69,9	12,25	8729
9	Kep.Bangka Belitung	2015	69,05	69,88	11,6	11781
10	Kepulauan Riau	2015	73,75	69,41	12,6	13177
11	DKI Jakarta	2015	78,99	72,43	12,59	17075
12	Jawa Barat	2015	69,5	72,41	12,15	9778
13	Jawa Tengah	2015	69,49	73,96	12,38	9930
14	D I Yogyakarta	2015	77,59	74,68	15,03	12684
15	Jawa Timur	2015	68,95	70,68	12,66	10383
16	Banten	2015	70,27	69,43	12,35	11261



Lampiran 1 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	Y	X1	X2	X3
17	Bali	2015	73,27	71,35	12,97	13078
18	Nusa Tenggara Barat	2015	65,19	65,38	13,04	9241
19	Nusa Tenggara Timur	2015	62,67	65,96	12,84	7003
20	Kalimantan Barat	2015	65,59	69,87	12,25	8279
21	Kalimantan Tengah	2015	68,53	69,54	12,22	9809
22	Kalimantan Selatan	2015	68,38	67,8	12,21	10891
23	Kalimantan Timur	2015	74,17	73,65	13,18	11229
24	Kalimantan Utara	2015	68,76	72,16	12,54	8354
25	Sulawesi Utara	2015	70,39	70,99	12,43	9729
26	Sulawesi Tengah	2015	66,76	67,26	12,72	8768
27	Sulawesi Selatan	2015	69,15	69,8	12,99	9992
28	Sulawesi Tenggara	2015	68,75	70,44	13,07	8697
29	Gorontalo	2015	65,86	67,12	12,7	9035
30	Sulawesi Barat	2015	62,96	64,22	12,22	8260
31	Maluku	2015	67,05	65,31	13,56	8026
32	Maluku Utara	2015	65,91	67,44	13,1	7423
33	Papua Barat	2015	61,73	65,19	12,06	7064



Lampiran 1 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	Y	X1	X2	X3
34	Papua	2015	57,25	65,09	9,95	6469
1	Aceh	2016	70	69,51	13,89	8768
2	Sumatera Utara	2016	70	68,33	13	9744
3	Sumatera Barat	2016	70,73	68,73	13,79	10126
4	Riau	2016	71,2	70,97	12,86	10465
5	Jambi	2016	69,62	70,71	12,72	9795
6	Sumatera Selatan	2016	68,24	69,16	12,23	9935
7	Bengkulu	2016	69,33	68,56	13,38	9492
8	Lampung	2016	67,65	69,94	12,35	9156
9	Kep.Bangka Belitung	2016	69,55	69,92	11,71	11960
10	Kepulauan Riau	2016	73,99	69,45	12,66	13359
11	DKI Jakarta	2016	79,6	72,49	12,73	17468
12	Jawa Barat	2016	70,05	72,44	12,3	10035
13	Jawa Tengah	2016	69,98	74,02	12,45	10153
14	D I Yogyakarta	2016	78,38	74,71	15,23	13229
15	Jawa Timur	2016	69,74	70,74	12,98	10715
16	Banten	2016	70,96	69,46	12,7	11469



Lampiran 1 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	Y	X1	X2	X3
17	Bali	2016	73,65	71,41	13,04	13279
18	Nusa Tenggara Barat	2016	65,81	65,48	13,16	9575
19	Nusa Tenggara Timur	2016	63,13	66,04	12,97	7122
20	Kalimantan Barat	2016	65,88	69,9	12,37	8348
21	Kalimantan Tengah	2016	69,13	69,57	12,33	10155
22	Kalimantan Selatan	2016	69,05	67,92	12,29	11307
23	Kalimantan Timur	2016	74,59	73,68	13,35	11355
24	Kalimantan Utara	2016	69,2	72,43	12,59	8434
25	Sulawesi Utara	2016	71,05	71,02	12,55	10148
26	Sulawesi Tengah	2016	67,47	67,31	12,92	9034
27	Sulawesi Selatan	2016	69,76	69,82	13,16	10281
28	Sulawesi Tenggara	2016	69,31	70,46	13,24	8871
29	Gorontalo	2016	66,29	67,13	12,88	9175
30	Sulawesi Barat	2016	63,6	64,31	12,34	8450
31	Maluku	2016	67,6	65,35	13,73	8215
32	Maluku Utara	2016	66,63	67,51	13,45	7545
33	Papua Barat	2016	62,21	65,3	12,26	7175



Lampiran 1 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	Y	X1	X2	X3
34	Papua	2016	58,05	65,12	10,23	6637
1	Aceh	2017	70,6	69,52	14,13	8957
2	Sumatera Utara	2017	70,57	68,37	13,1	10036
3	Sumatera Barat	2017	71,24	68,78	13,94	10306
4	Riau	2017	71,79	70,99	13,03	10677
5	Jambi	2017	69,99	70,76	12,87	9880
6	Sumatera Selatan	2017	68,86	69,18	12,35	10220
7	Bengkulu	2017	69,95	68,59	13,57	9778
8	Lampung	2017	68,25	69,95	12,46	9413
9	Kep.Bangka Belitung	2017	69,99	69,95	11,83	12066
10	Kepulauan Riau	2017	74,45	69,48	12,81	13566
11	DKI Jakarta	2017	80,06	72,55	12,86	17707
12	Jawa Barat	2017	70,69	72,47	12,42	10285
13	Jawa Tengah	2017	70,52	74,08	12,57	10377
14	D I Yogyakarta	2017	78,89	74,74	15,42	13521
15	Jawa Timur	2017	70,27	70,8	13,09	10973
16	Banten	2017	71,42	69,49	12,78	11659



Lampiran 1 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	Y	X1	X2	X3
17	Bali	2017	74,3	71,46	13,21	13573
18	Nusa Tenggara Barat	2017	66,58	65,55	13,46	9877
19	Nusa Tenggara Timur	2017	63,73	66,07	13,07	7350
20	Kalimantan Barat	2017	66,26	69,92	12,5	8472
21	Kalimantan Tengah	2017	69,79	69,59	12,45	10492
22	Kalimantan Selatan	2017	69,65	68,02	12,46	11600
23	Kalimantan Timur	2017	75,12	73,7	13,49	11612
24	Kalimantan Utara	2017	69,84	72,47	12,79	8643
25	Sulawesi Utara	2017	71,66	71,04	12,66	10422
26	Sulawesi Tengah	2017	68,11	67,32	13,04	9311
27	Sulawesi Selatan	2017	70,34	69,84	13,28	10489
28	Sulawesi Tenggara	2017	69,86	70,47	13,36	9094
29	Gorontalo	2017	67,01	67,14	13,01	9532
30	Sulawesi Barat	2017	64,3	64,34	12,48	8736
31	Maluku	2017	68,19	65,4	13,91	8433
32	Maluku Utara	2017	67,2	67,54	13,56	7792
33	Papua Barat	2017	62,99	65,32	12,47	7493



Lampiran 1 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	Y	X1	X2	X3
34	Papua	2017	59,09	65,14	10,54	6996
1	Aceh	2018	71,19	69,64	14,27	9186
2	Sumatera Utara	2018	71,18	68,61	13,14	10391
3	Sumatera Barat	2018	71,73	69,01	13,95	10638
4	Riau	2018	72,44	71,19	13,11	10968
5	Jambi	2018	70,65	70,89	12,9	10357
6	Sumatera Selatan	2018	69,39	69,41	12,36	10652
7	Bengkulu	2018	70,64	68,84	13,58	10162
8	Lampung	2018	69,02	70,18	12,61	9858
9	Kep.Bangka Belitung	2018	70,67	70,18	11,87	12666
10	Kepulauan Riau	2018	74,84	69,64	12,82	13976
11	DKI Jakarta	2018	80,47	72,67	12,95	18128
12	Jawa Barat	2018	71,3	72,66	12,45	10790
13	Jawa Tengah	2018	71,12	74,18	12,63	10777
14	D I Yogyakarta	2018	79,53	74,82	15,56	13946
15	Jawa Timur	2018	70,77	70,97	13,1	11380
16	Banten	2018	71,95	69,64	12,85	11994



Lampiran 1 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	Y	X1	X2	X3
17	Bali	2018	74,77	71,68	13,23	13886
18	Nusa Tenggara Barat	2018	67,3	65,87	13,47	10284
19	Nusa Tenggara Timur	2018	64,39	66,38	13,1	7566
20	Kalimantan Barat	2018	66,98	70,18	12,55	8860
21	Kalimantan Tengah	2018	70,42	69,64	12,55	10931
22	Kalimantan Selatan	2018	70,17	68,23	12,5	12062
23	Kalimantan Timur	2018	75,83	73,96	13,67	11917
24	Kalimantan Utara	2018	70,56	72,5	12,82	8943
25	Sulawesi Utara	2018	72,2	71,26	12,68	10731
26	Sulawesi Tengah	2018	68,88	67,78	13,13	9488
27	Sulawesi Selatan	2018	70,9	70,08	13,34	10814
28	Sulawesi Tenggara	2018	70,61	70,72	13,53	9262
29	Gorontalo	2018	67,71	67,45	13,03	9839
30	Sulawesi Barat	2018	65,1	64,58	12,59	9051
31	Maluku	2018	68,87	65,59	13,92	8721
32	Maluku Utara	2018	67,76	67,8	13,62	7980
33	Papua Barat	2018	63,74	65,55	12,53	7816

Lampiran 1 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	Y	X1	X2	X3
34	Papua	2018	60,06	65,36	10,83	7159
1	Aceh	2019	71,9	69,87	14,3	9603
2	Sumatera Utara	2019	71,74	68,95	13,15	10649
3	Sumatera Barat	2019	72,39	69,31	14,01	10925
4	Riau	2019	73	71,48	13,14	11255
5	Jambi	2019	71,26	71,06	12,93	10592
6	Sumatera Selatan	2019	70,02	69,65	12,39	10937
7	Bengkulu	2019	71,21	69,21	13,59	10409
8	Lampung	2019	69,57	70,51	12,63	10114
9	Kep.Bangka Belitung	2019	71,3	70,5	11,94	12959
10	Kepulauan Riau	2019	75,48	69,8	12,83	14466
11	DKI Jakarta	2019	80,76	72,79	12,97	18527
12	Jawa Barat	2019	72,03	72,85	12,48	11152
13	Jawa Tengah	2019	71,73	74,23	12,68	11102
14	D I Yogyakarta	2019	79,99	74,92	15,58	14394
15	Jawa Timur	2019	71,5	71,18	13,16	11739
16	Banten	2019	72,44	69,84	12,88	12267



Lampiran 1 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	Y	X1	X2	X3
17	Bali	2019	75,38	71,99	13,27	14146
18	Nusa Tenggara Barat	2019	68,14	66,28	13,48	10640
19	Nusa Tenggara Timur	2019	65,23	66,85	13,15	7769
20	Kalimantan Barat	2019	67,65	70,56	12,58	9055
21	Kalimantan Tengah	2019	70,91	69,69	12,57	11236
22	Kalimantan Selatan	2019	70,72	68,49	12,52	12253
23	Kalimantan Timur	2019	76,61	74,22	13,69	12359
24	Kalimantan Utara	2019	71,15	72,54	12,84	9343
25	Sulawesi Utara	2019	72,99	71,58	12,73	11115
26	Sulawesi Tengah	2019	69,5	68,23	13,14	9604
27	Sulawesi Selatan	2019	71,66	70,43	13,36	11118
28	Sulawesi Tenggara	2019	71,2	70,97	13,55	9436
29	Gorontalo	2019	68,49	67,93	13,06	10075
30	Sulawesi Barat	2019	65,73	64,82	12,62	9235
31	Maluku	2019	69,45	65,82	13,94	8887
32	Maluku Utara	2019	68,7	68,18	13,63	8308
33	Papua Barat	2019	64,7	65,9	12,72	8125

Lampiran 1 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	Y	X1	X2	X3
34	Papua	2019	60,84	65,65	11,05	7336
1	Aceh	2020	71,99	69,93	14,31	9492
2	Sumatera Utara	2020	71,77	69,1	13,23	10420
3	Sumatera Barat	2020	72,38	69,47	14,02	10733
4	Riau	2020	72,71	71,6	13,2	10675
5	Jambi	2020	71,29	71,16	12,98	10392
6	Sumatera Selatan	2020	70,01	69,88	12,45	10652
7	Bengkulu	2020	71,4	69,35	13,61	10380
8	Lampung	2020	69,69	70,65	12,65	9982
9	Kep.Bangka Belitung	2020	71,47	70,64	12,05	12794
10	Kepulauan Riau	2020	75,59	69,96	12,87	14209
11	DKI Jakarta	2020	80,77	72,91	12,98	18227
12	Jawa Barat	2020	72,09	73,04	12,5	10845
13	Jawa Tengah	2020	71,87	74,37	12,7	10930
14	D I Yogyakarta	2020	79,97	74,99	15,59	14015
15	Jawa Timur	2020	71,71	71,3	13,19	11601
16	Banten	2020	72,45	69,96	12,89	11964



Lampiran 1 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	Y	X1	X2	X3
17	Bali	2020	75,5	72,13	13,33	13929
18	Nusa Tenggara Barat	2020	68,25	66,51	13,7	10351
19	Nusa Tenggara Timur	2020	65,19	67,01	13,18	7598
20	Kalimantan Barat	2020	67,66	70,69	12,6	8930
21	Kalimantan Tengah	2020	71,05	69,74	12,66	11154
22	Kalimantan Selatan	2020	70,91	68,66	12,68	12032
23	Kalimantan Timur	2020	76,24	74,33	13,72	11728
24	Kalimantan Utara	2020	70,63	72,59	12,93	8756
25	Sulawesi Utara	2020	72,93	71,69	12,85	10791
26	Sulawesi Tengah	2020	69,55	68,69	13,17	9335
27	Sulawesi Selatan	2020	71,93	70,57	13,45	11079
28	Sulawesi Tenggara	2020	71,45	71,22	13,65	9331
29	Gorontalo	2020	68,68	68,07	13,08	10020
30	Sulawesi Barat	2020	66,11	65,06	12,77	9168
31	Maluku	2020	69,49	65,98	13,96	8732
32	Maluku Utara	2020	68,49	68,33	13,67	8032
33	Papua Barat	2020	65,09	66,02	12,91	8086

Lampiran 1 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	Y	X1	X2	X3
34	Papua	2020	60,44	65,79	11,08	6954

Sumber : Badan Pusat Statistik Indonesia (bps.go.id)

Keterangan :

- Y : Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dalam satuan indeks
- X1 : Umur Harapan Hidup (UHH) dalam tahun
- X2 : Harapan Lama Sekolah (HLS) dalam tahun
- X3 : Pengeluaran per kapita disesuaikan dalam ribu rupiah per tahun



Lampiran 2 Koordinat *Latitude* dan *Longitude* serta Proyeksi UTM

ID	Provinsi	<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Northing</i>	<i>Easting</i>
1	Aceh	5,55356	95,31768	614357,3013	756766,4499
2	Sumatera Utara	1,82923	98,776604	202187,1121	475154,1381
3	Sumatera Barat	-1,30138	100,240883	9856124,204	638054,6868
4	Riau	0,87312	104,456238	96948,22885	1107998,088
5	Jambi	-1,60301	103,58353	9822764,271	342427,49
6	Sumatera Selatan	-3,32095	104,082382	9632883,827	398058,0577
7	Bengkulu	-3,577847	102,34639	9604108,978	205186,0265
8	Lampung	-5,42975	105,26227	9399825,181	529054,1057
9	Kep.Bangka Belitung	-2,1535	106,152184	9761924,006	628127,9582
10	Kepulauan Riau	3,945651	108,142868	436779,19	849073,7359
11	DKI Jakarta	-6,17476	106,82707	9317130,215	702169,1754
12	Jawa Barat	-6,91992	107,60167	9234316,842	787502,4255
13	Jawa Tengah	-7,26119	110,2005	9197299,49	411741,6251
14	D I Yogyakarta	-7,80262	110,32522	9137463,232	425602,7979
15	Jawa Timur	-7,81659	112,614838	9135636,997	678055,3179
16	Banten	-6,45319	106,12125	9286562,034	623989,5379



Lampiran 2 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Latitude	Longitude	Northing	Easting
17	Bali	-8,340539	115,091949	9077547,062	289875,0459
18	Nusa Tenggara Barat	-8,59491	117,27169	9049922,367	529895,1185
19	Nusa Tenggara Timur	-8,60483	121,14237	9048340,289	295569,2787
20	Kalimantan Barat	-0,07072	111,15193	9992183,287	516906,0123
21	Kalimantan Tengah	-1,60308	113,41702	9822652,271	768929,4373
22	Kalimantan Selatan	-2,94902	115,38983	9673912,398	321040,4926
23	Kalimantan Timur	0,09858	116,413727	10010896,63	434761,4434
24	Kalimantan Utara	2,72381	116,276299	301089,2646	419558,4278
25	Sulawesi Utara	0,88424	124,26861	97759,28547	641159,4392
26	Sulawesi Tengah	-0,96223	119,931519	9893504,297	826302,2531
27	Sulawesi Selatan	-3,65407	120,15206	9595495,557	850213,5085
28	Sulawesi Tenggara	-3,79604	121,82074	9580328,14	369054,6352
29	Gorontalo	0,64118	122,72741	70870,49207	469669,3292
30	Sulawesi Barat	-2,46037	119,35386	9727822,593	761759,7089
31	Maluku	-2,79927	129,40828	9690586,191	545377,8784
32	Maluku Utara	0,87133	128,01535	96322,53676	390440,2656



Lampiran 2 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Latitude	Longitude	Northing	Easting
33	Papua Barat	-2,13196	133,1779	9764233,368	297351,0022
34	Papua	-9,46707	147,19603	8947431,392	1181400,06

Sumber : <https://www.latlong.net/>

Keterangan :

- *Latitude* dan *longitude* dalam satuan derajat.
- *Northing* dan *easting* merupakan proyeksi dari *latitude* dan *longitude* menggunakan *Universal Tranverse Mercator* dalam satuan meter, didapatkan dengan bantuan *software ArcGIS 10.8*.

Lampiran 3 Data Transformasi *Within*

ID	Provinsi	Tahun	\bar{Y}	\bar{X}_1	\bar{X}_2	\bar{X}_3
1	Aceh	2013	-1,98	-0,26875	-0,58	-601,877
2	Sumatera Utara	2013	-1,89	-0,51375	-0,5225	-629,108
3	Sumatera Barat	2013	-1,93	-0,60125	-0,58375	-645,711
4	Riau	2013	-1,6175	-0,40375	-0,58	-426,195
5	Jambi	2013	-1,9525	-0,39	-0,52	-767,43
6	Sumatera Selatan	2013	-2,20125	-0,43375	-0,66625	-819,558
7	Bengkulu	2013	-2,085	-0,38875	-0,5575	-823,193
8	Lampung	2013	-2,18	-0,4925	-0,48625	-852,85
9	Kep.Bangka Belitung	2013	-1,8575	-0,41375	-0,6825	-540,083
10	Kepulauan Riau	2013	-1,295	-0,4425	-0,41	-646,92
11	DKI Jakarta	2013	-1,56	-0,3475	-0,4725	-779,608
12	Jawa Barat	2013	-2,08875	-0,43375	-0,46375	-797,833
13	Jawa Tengah	2013	-2,16875	-0,72	-0,54375	-697,877
14	D I Yogyakarta	2013	-2,01	-0,27625	-0,57125	-1032,5
15	Jawa Timur	2013	-2,27875	-0,4675	-0,68	-869,691
16	Banten	2013	-1,63625	-0,45875	-0,55125	-541,885



Lampiran 3 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	\dot{Y}	\ddot{X}_1	\ddot{X}_2	\ddot{X}_3
17	Bali	2013	-1,84	-0,43125	-0,61125	-694,404
18	Nusa Tenggara Barat	2013	-2,4075	-0,84875	-0,7275	-787,924
19	Nusa Tenggara Timur	2013	-1,855	-0,435	-0,63375	-380,75
20	Kalimantan Barat	2013	-1,85125	-0,4075	-0,6925	-403,784
21	Kalimantan Tengah	2013	-1,96625	-0,26625	-0,5925	-746,182
22	Kalimantan Selatan	2013	-2,04	-0,6425	-0,61625	-788,48
23	Kalimantan Timur	2013	-1,73875	-0,315	-0,54	-543,84
24	Kalimantan Utara	2013	-1,60625	-0,33375	-0,36625	-395,246
25	Sulawesi Utara	2013	-1,84375	-0,3125	-0,6125	-685,653
26	Sulawesi Tengah	2013	-2,02125	-0,57875	-0,53875	-579,656
27	Sulawesi Selatan	2013	-2,09875	-0,455	-0,605	-758,572
28	Sulawesi Tenggara	2013	-2,05	-0,33875	-0,75375	-435,694
29	Gorontalo	2013	-2,03875	-0,425	-0,6675	-675,919
30	Sulawesi Barat	2013	-2,41625	-1,01625	-0,8225	-504,36
31	Maluku	2013	-1,845	-0,49375	-0,3875	-478,953
32	Maluku Utara	2013	-2,05125	-0,4325	-0,79875	-489,438



Lampiran 3 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	\dot{Y}	\ddot{X}_1	\ddot{X}_2	\ddot{X}_3
33	Papua Barat	2013	-1,92125	-0,38375	-0,64125	-553,687
34	Papua	2013	-2,34125	-0,45875	-0,82	-400,817
1	Aceh	2014	-1,47	-0,22875	-0,41	-593,187
2	Sumatera Utara	2014	-1,38	-0,41375	-0,3225	-546,869
3	Sumatera Barat	2014	-1,48	-0,49125	-0,26375	-594,522
4	Riau	2014	-1,1975	-0,31375	-0,4	-343,401
5	Jambi	2014	-1,4725	-0,31	-0,31	-692,549
6	Sumatera Selatan	2014	-1,61125	-0,34375	-0,37625	-748,364
7	Bengkulu	2014	-1,525	-0,34875	-0,3275	-762,284
8	Lampung	2014	-1,49	-0,3825	-0,14625	-791,719
9	Kep.Bangka Belitung	2014	-1,5075	-0,33375	-0,4625	-506,052
10	Kepulauan Riau	2014	-0,915	-0,3425	-0,16	-570,668
11	DKI Jakarta	2014	-1,25	-0,2675	-0,3325	-709,684
12	Jawa Barat	2014	-1,53875	-0,29375	-0,19375	-771,975
13	Jawa Tengah	2014	-1,40875	-0,12	-0,26375	-676,058
14	D I Yogyakarta	2014	-1,64	-0,22625	-0,39125	-998,594



Lampiran 3 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	\dot{Y}	\ddot{X}_1	\ddot{X}_2	\ddot{X}_3
15	Jawa Timur	2014	-1,68875	-0,3575	-0,4	-835,535
16	Banten	2014	-1,21625	-0,36875	-0,29125	-453,229
17	Bali	2014	-1,45	-0,34125	-0,37125	-601,986
18	Nusa Tenggara Barat	2014	-1,8575	-0,68875	-0,4575	-751,228
19	Nusa Tenggara Timur	2014	-1,275	-0,345	-0,25375	-346,627
20	Kalimantan Barat	2014	-1,26125	-0,3075	-0,4025	-355,807
21	Kalimantan Tengah	2014	-1,60625	-0,16625	-0,3725	-705,727
22	Kalimantan Selatan	2014	-1,58	-0,5225	-0,32625	-695,865
23	Kalimantan Timur	2014	-1,12875	-0,215	-0,22	-506,141
24	Kalimantan Utara	2014	-0,95625	-0,23375	-0,14625	-334,934
25	Sulawesi Utara	2014	-1,37375	-0,2325	-0,3325	-640,508
26	Sulawesi Tengah	2014	-1,38125	-0,41875	-0,18875	-478,709
27	Sulawesi Selatan	2014	-1,52875	-0,355	-0,225	-668,276
28	Sulawesi Tenggara	2014	-1,53	-0,22875	-0,42375	-417,847
29	Gorontalo	2014	-1,56875	-0,345	-0,3075	-632,376
30	Sulawesi Barat	2014	-1,70625	-0,29625	-0,5025	-482,342



Lampiran 3 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	\dot{Y}	\ddot{X}_1	\ddot{X}_2	\ddot{X}_3
31	Maluku	2014	-1,195	-0,41375	-0,2075	-426,241
32	Maluku Utara	2014	-1,65125	-0,3325	-0,55875	-455,424
33	Papua Barat	2014	-1,55125	-0,29375	-0,44125	-505,905
34	Papua	2014	-1,84125	-0,37875	-0,46	-379,015
1	Aceh	2015	-0,83	-0,07875	-0,21	-357,615
2	Sumatera Utara	2015	-0,74	-0,16375	-0,1125	-374,677
3	Sumatera Barat	2015	-0,86	-0,15125	-0,14375	-411,507
4	Riau	2015	-0,6875	-0,14375	-0,11	-241,407
5	Jambi	2015	-0,8225	-0,18	-0,12	-387,521
6	Sumatera Selatan	2015	-0,90125	-0,13375	-0,10625	-576,171
7	Bengkulu	2015	-0,995	-0,21875	-0,1575	-503,517
8	Lampung	2015	-0,96	-0,1425	-0,13625	-538,64
9	Kep.Bangka Belitung	2015	-0,7275	-0,17375	-0,0425	-415,76
10	Kepulauan Riau	2015	-0,565	-0,0825	-0,07	-412,411
11	DKI Jakarta	2015	-0,65	-0,1075	-0,1225	-531,757
12	Jawa Barat	2015	-0,83875	-0,11375	-0,12375	-441,521



Lampiran 3 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	\dot{Y}	\ddot{X}_1	\ddot{X}_2	\ddot{X}_3
13	Jawa Tengah	2015	-0,69875	-0,04	-0,05375	-386,088
14	D I Yogyakarta	2015	-0,86	-0,04625	-0,21125	-608,787
15	Jawa Timur	2015	-0,87875	-0,1275	-0,19	-464,317
16	Banten	2015	-0,83625	-0,06875	-0,25125	-341,744
17	Bali	2015	-0,66	-0,19125	-0,04125	-354,148
18	Nusa Tenggara Barat	2015	-0,9775	-0,20875	-0,1475	-496,886
19	Nusa Tenggara Timur	2015	-0,865	-0,295	-0,06375	-276,808
20	Kalimantan Barat	2015	-0,56125	-0,1975	-0,0425	-251,455
21	Kalimantan Tengah	2015	-0,84625	-0,01625	-0,0825	-578,129
22	Kalimantan Selatan	2015	-0,83	-0,1925	-0,07625	-552,468
23	Kalimantan Timur	2015	-0,77875	-0,185	-0,21	-296,165
24	Kalimantan Utara	2015	-0,83625	-0,19375	-0,12625	-269,825
25	Sulawesi Utara	2015	-0,94375	-0,1825	-0,0625	-539,218
26	Sulawesi Tengah	2015	-1,05125	-0,33875	-0,17875	-312,497
27	Sulawesi Selatan	2015	-0,86875	-0,155	-0,135	-399,262
28	Sulawesi Tenggara	2015	-0,85	-0,17875	-0,13375	-275,574



Lampiran 3 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	\dot{Y}	\ddot{X}_1	\ddot{X}_2	\ddot{X}_3
29	Gorontalo	2015	-0,87875	-0,225	-0,0975	-359,517
30	Sulawesi Barat	2015	-0,98625	-0,11625	-0,0625	-392,234
31	Maluku	2015	-0,885	-0,11375	-0,1775	-325,797
32	Maluku Utara	2015	-0,92125	-0,2325	-0,17875	-265,938
33	Papua Barat	2015	-1,10125	-0,24375	-0,25125	-386,005
34	Papua	2015	-1,34125	-0,12875	-0,45	-326,571
1	Aceh	2016	-0,28	-0,06875	-0,05	-122,664
2	Sumatera Utara	2016	-0,25	-0,12375	0,0675	-193,869
3	Sumatera Barat	2016	-0,11	-0,08125	0,04625	-89,2519
4	Riau	2016	-0,3275	-0,10375	0,01	-140,799
5	Jambi	2016	-0,0925	-0,03	0,03	-38,6999
6	Sumatera Selatan	2016	-0,12125	-0,11375	0,10375	-115,381
7	Bengkulu	2016	-0,255	-0,15875	0,0425	-134,401
8	Lampung	2016	-0,26	-0,1025	-0,03625	-111,958
9	Kep.Bangka Belitung	2016	-0,2275	-0,13375	0,0675	-236,621
10	Kepulauan Riau	2016	-0,325	-0,0425	-0,01	-230,2



Lampiran 3 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	\dot{Y}	\ddot{X}_1	\ddot{X}_2	\ddot{X}_3
11	DKI Jakarta	2016	-0,04	-0,0475	0,0175	-139,19
12	Jawa Barat	2016	-0,28875	-0,08375	0,02625	-184,134
13	Jawa Tengah	2016	-0,20875	0,02	0,01625	-162,796
14	D I Yogyakarta	2016	-0,07	-0,01625	-0,01125	-64,0235
15	Jawa Timur	2016	-0,08875	-0,0675	0,13	-132,691
16	Banten	2016	-0,14625	-0,03875	0,09875	-134,229
17	Bali	2016	-0,28	-0,13125	0,02875	-153,492
18	Nusa Tenggara Barat	2016	-0,3575	-0,10875	-0,0275	-163,192
19	Nusa Tenggara Timur	2016	-0,405	-0,215	0,06625	-158,163
20	Kalimantan Barat	2016	-0,27125	-0,1675	0,0775	-182,791
21	Kalimantan Tengah	2016	-0,24625	0,01375	0,0275	-232,592
22	Kalimantan Selatan	2016	-0,16	-0,0725	0,00375	-136,437
23	Kalimantan Timur	2016	-0,35875	-0,155	-0,04	-169,971
24	Kalimantan Utara	2016	-0,39625	0,07625	-0,07625	-189,799
25	Sulawesi Utara	2016	-0,28375	-0,1525	0,0575	-120,324
26	Sulawesi Tengah	2016	-0,34125	-0,28875	0,02125	-46,2274



Lampiran 3 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	\dot{Y}	\ddot{X}_1	\ddot{X}_2	\ddot{X}_3
27	Sulawesi Selatan	2016	-0,25875	-0,135	0,035	-109,978
28	Sulawesi Tenggara	2016	-0,29	-0,15875	0,03625	-101,977
29	Gorontalo	2016	-0,44875	-0,215	0,0825	-219,638
30	Sulawesi Barat	2016	-0,34625	-0,02625	0,0575	-202,213
31	Maluku	2016	-0,335	-0,07375	-0,0075	-136,402
32	Maluku Utara	2016	-0,20125	-0,1625	0,17125	-144,24
33	Papua Barat	2016	-0,62125	-0,13375	-0,05125	-274,881
34	Papua	2016	-0,54125	-0,09875	-0,17	-158,119
1	Aceh	2017	0,32	-0,05875	0,19	66,3358
2	Sumatera Utara	2017	0,32	-0,08375	0,1675	98,13077
3	Sumatera Barat	2017	0,4	-0,03125	0,19625	90,74806
4	Riau	2017	0,2625	-0,08375	0,18	71,20071
5	Jambi	2017	0,2775	0,02	0,18	46,3001
6	Sumatera Selatan	2017	0,49875	-0,09375	0,22375	169,6187
7	Bengkulu	2017	0,365	-0,12875	0,2325	151,5988
8	Lampung	2017	0,34	-0,0925	0,07375	145,0419



Lampiran 3 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	\dot{Y}	\ddot{X}_1	\ddot{X}_2	\ddot{X}_3
9	Kep.Bangka Belitung	2017	0,2125	-0,10375	0,1875	-130,621
10	Kepulauan Riau	2017	0,135	-0,0125	0,14	-23,2002
11	DKI Jakarta	2017	0,42	0,0125	0,1475	99,80985
12	Jawa Barat	2017	0,35125	-0,05375	0,14625	65,86572
13	Jawa Tengah	2017	0,33125	0,08	0,13625	61,20449
14	D I Yogyakarta	2017	0,44	0,01375	0,17875	227,9765
15	Jawa Timur	2017	0,44125	-0,0075	0,24	125,3086
16	Banten	2017	0,31375	-0,00875	0,17875	55,7714
17	Bali	2017	0,37	-0,08125	0,19875	140,5076
18	Nusa Tenggara Barat	2017	0,4125	-0,03875	0,2725	138,8076
19	Nusa Tenggara Timur	2017	0,195	-0,185	0,16625	69,83709
20	Kalimantan Barat	2017	0,10875	-0,1475	0,2075	-58,7908
21	Kalimantan Tengah	2017	0,41375	0,03375	0,1475	104,4077
22	Kalimantan Selatan	2017	0,44	0,0275	0,17375	156,5625
23	Kalimantan Timur	2017	0,17125	-0,135	0,1	87,02914
24	Kalimantan Utara	2017	0,24375	0,11625	0,12375	19,20098



Lampiran 3 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	\dot{Y}	\ddot{X}_1	\ddot{X}_2	\ddot{X}_3
25	Sulawesi Utara	2017	0,32625	-0,1325	0,1675	153,6758
26	Sulawesi Tengah	2017	0,29875	-0,27875	0,14125	230,7726
27	Sulawesi Selatan	2017	0,32125	-0,115	0,155	98,02215
28	Sulawesi Tenggara	2017	0,26	-0,14875	0,15625	121,0231
29	Gorontalo	2017	0,27125	-0,205	0,2125	137,3624
30	Sulawesi Barat	2017	0,35375	0,00375	0,1975	83,78728
31	Maluku	2017	0,255	-0,02375	0,1725	81,59836
32	Maluku Utara	2017	0,36875	-0,1325	0,28125	102,7599
33	Papua Barat	2017	0,15875	-0,11375	0,15875	43,11936
34	Papua	2017	0,49875	-0,07875	0,14	200,8806
1	Aceh	2018	0,91	0,06125	0,33	295,3358
2	Sumatera Utara	2018	0,93	0,15625	0,2075	453,1308
3	Sumatera Barat	2018	0,89	0,19875	0,20625	422,7481
4	Riau	2018	0,9125	0,11625	0,26	362,2007
5	Jambi	2018	0,9375	0,15	0,21	523,3001
6	Sumatera Selatan	2018	1,02875	0,13625	0,23375	601,6187



Lampiran 3 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	\dot{Y}	\ddot{X}_1	\ddot{X}_2	\ddot{X}_3
7	Bengkulu	2018	1,055	0,12125	0,2425	535,5988
8	Lampung	2018	1,11	0,1375	0,22375	590,0419
9	Kep.Bangka Belitung	2018	0,8925	0,12625	0,2275	469,3789
10	Kepulauan Riau	2018	0,525	0,1475	0,15	386,7998
11	DKI Jakarta	2018	0,83	0,1325	0,2375	520,8098
12	Jawa Barat	2018	0,96125	0,13625	0,17625	570,8657
13	Jawa Tengah	2018	0,93125	0,18	0,19625	461,2045
14	D I Yogyakarta	2018	1,08	0,09375	0,31875	652,9765
15	Jawa Timur	2018	0,94125	0,1625	0,25	532,3086
16	Banten	2018	0,84375	0,14125	0,24875	390,7714
17	Bali	2018	0,84	0,13875	0,21875	453,5076
18	Nusa Tenggara Barat	2018	1,1325	0,28125	0,2825	545,8076
19	Nusa Tenggara Timur	2018	0,855	0,125	0,19625	285,8371
20	Kalimantan Barat	2018	0,82875	0,1125	0,2575	329,2092
21	Kalimantan Tengah	2018	1,04375	0,08375	0,2475	543,4077
22	Kalimantan Selatan	2018	0,96	0,2375	0,21375	618,5625



Lampiran 3 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	\dot{Y}	\ddot{X}_1	\ddot{X}_2	\ddot{X}_3
23	Kalimantan Timur	2018	0,88125	0,125	0,28	392,0291
24	Kalimantan Utara	2018	0,96375	0,14625	0,15375	319,201
25	Sulawesi Utara	2018	0,86625	0,0875	0,1875	462,6758
26	Sulawesi Tengah	2018	1,06875	0,18125	0,23125	407,7726
27	Sulawesi Selatan	2018	0,88125	0,125	0,215	423,0221
28	Sulawesi Tenggara	2018	1,01	0,10125	0,32625	289,0231
29	Gorontalo	2018	0,97125	0,105	0,2325	444,3624
30	Sulawesi Barat	2018	1,15375	0,24375	0,3075	398,7873
31	Maluku	2018	0,935	0,16625	0,1825	369,5984
32	Maluku Utara	2018	0,92875	0,1275	0,34125	290,7599
33	Papua Barat	2018	0,90875	0,11625	0,21875	366,1194
34	Papua	2018	1,46875	0,14125	0,43	363,8806
1	Aceh	2019	1,62	0,29125	0,36	712,3358
2	Sumatera Utara	2019	1,49	0,49625	0,2175	711,1308
3	Sumatera Barat	2019	1,55	0,49875	0,26625	709,7481
4	Riau	2019	1,4725	0,40625	0,29	649,2007



Lampiran 3 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	\bar{Y}	\bar{X}_1	\bar{X}_2	\bar{X}_3
5	Jambi	2019	1,5475	0,32	0,24	758,3001
6	Sumatera Selatan	2019	1,65875	0,37625	0,26375	886,6187
7	Bengkulu	2019	1,625	0,49125	0,2525	782,5988
8	Lampung	2019	1,66	0,4675	0,24375	846,0419
9	Kep.Bangka Belitung	2019	1,5225	0,44625	0,2975	762,3789
10	Kepulauan Riau	2019	1,165	0,3075	0,16	876,7998
11	DKI Jakarta	2019	1,12	0,2525	0,2575	919,8098
12	Jawa Barat	2019	1,69125	0,32625	0,20625	932,8657
13	Jawa Tengah	2019	1,54125	0,23	0,24625	786,2045
14	D I Yogyakarta	2019	1,54	0,19375	0,33875	1100,977
15	Jawa Timur	2019	1,67125	0,3725	0,31	891,3086
16	Banten	2019	1,33375	0,34125	0,27875	663,7714
17	Bali	2019	1,45	0,44875	0,25875	713,5076
18	Nusa Tenggara Barat	2019	1,9725	0,69125	0,2925	901,8076
19	Nusa Tenggara Timur	2019	1,695	0,595	0,24625	488,8371
20	Kalimantan Barat	2019	1,49875	0,4925	0,2875	524,2092



Lampiran 3 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	\bar{y}	\bar{x}_1	\bar{x}_2	\bar{x}_3
21	Kalimantan Tengah	2019	1,53375	0,13375	0,2675	848,4077
22	Kalimantan Selatan	2019	1,51	0,4975	0,23375	809,5625
23	Kalimantan Timur	2019	1,66125	0,385	0,3	834,0291
24	Kalimantan Utara	2019	1,55375	0,18625	0,17375	719,201
25	Sulawesi Utara	2019	1,65625	0,4075	0,2375	846,6758
26	Sulawesi Tengah	2019	1,68875	0,63125	0,24125	523,7726
27	Sulawesi Selatan	2019	1,64125	0,475	0,235	727,0221
28	Sulawesi Tenggara	2019	1,6	0,35125	0,34625	463,0231
29	Gorontalo	2019	1,75125	0,585	0,2625	680,3624
30	Sulawesi Barat	2019	1,78375	0,48375	0,3375	582,7873
31	Maluku	2019	1,515	0,39625	0,2025	535,5984
32	Maluku Utara	2019	1,86875	0,5075	0,35125	618,7599
33	Papua Barat	2019	1,86875	0,46625	0,40875	675,1194
34	Papua	2019	2,24875	0,43125	0,65	540,8806
1	Aceh	2020	1,71	0,35125	0,37	601,3358
2	Sumatera Utara	2020	1,52	0,64625	0,2975	482,1308



Lampiran 3 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	\dot{Y}	\ddot{X}_1	\ddot{X}_2	\ddot{X}_3
3	Sumatera Barat	2020	1,54	0,65875	0,27625	517,7481
4	Riau	2020	1,1825	0,52625	0,35	69,20071
5	Jambi	2020	1,5775	0,42	0,29	558,3001
6	Sumatera Selatan	2020	1,64875	0,60625	0,32375	601,6187
7	Bengkulu	2020	1,815	0,63125	0,2725	753,5988
8	Lampung	2020	1,78	0,6075	0,26375	714,0419
9	Kep.Bangka Belitung	2020	1,6925	0,58625	0,4075	597,3789
10	Kepulauan Riau	2020	1,275	0,4675	0,2	619,7998
11	DKI Jakarta	2020	1,13	0,3725	0,2675	619,8098
12	Jawa Barat	2020	1,75125	0,51625	0,22625	625,8657
13	Jawa Tengah	2020	1,68125	0,37	0,26625	614,2045
14	D I Yogyakarta	2020	1,52	0,26375	0,34875	721,9765
15	Jawa Timur	2020	1,88125	0,4925	0,34	753,3086
16	Banten	2020	1,34375	0,46125	0,28875	360,7714
17	Bali	2020	1,57	0,58875	0,31875	496,5076
18	Nusa Tenggara Barat	2020	2,0825	0,92125	0,5125	612,8076



Lampiran 3 (Lanjutan)

ID	Provinsi	Tahun	\dot{Y}	\ddot{X}_1	\ddot{X}_2	\ddot{X}_3
19	Nusa Tenggara Timur	2020	1,655	0,755	0,27625	317,8371
20	Kalimantan Barat	2020	1,50875	0,6225	0,3075	399,2092
21	Kalimantan Tengah	2020	1,67375	0,18375	0,3575	766,4077
22	Kalimantan Selatan	2020	1,7	0,6675	0,39375	588,5625
23	Kalimantan Timur	2020	1,29125	0,495	0,33	203,0291
24	Kalimantan Utara	2020	1,03375	0,23625	0,26375	132,201
25	Sulawesi Utara	2020	1,59625	0,5175	0,3575	522,6758
26	Sulawesi Tengah	2020	1,73875	1,09125	0,27125	254,7726
27	Sulawesi Selatan	2020	1,91125	0,615	0,325	688,0221
28	Sulawesi Tenggara	2020	1,85	0,60125	0,44625	358,0231
29	Gorontalo	2020	1,94125	0,725	0,2825	625,3624
30	Sulawesi Barat	2020	2,16375	0,72375	0,4875	515,7873
31	Maluku	2020	1,555	0,55625	0,2225	380,5984
32	Maluku Utara	2020	1,65875	0,6575	0,39125	342,7599
33	Papua Barat	2020	2,25875	0,58625	0,59875	636,1194
34	Papua	2020	1,84875	0,57125	0,68	158,8806



Lampiran 3 (Lanjutan)

Keterangan :

\ddot{Y} : Nilai IPM terkoreksi

\ddot{X}_1 : Nilai variabel UHH terkoreksi

\ddot{X}_2 : Nilai variabel HLS terkoreksi

\ddot{X}_3 : Nilai variabel pengeluaran per kapita disesuaikan terkoreksi

$$\ddot{Y}_{it} = Y_{it} - \bar{Y}_i$$

$$\ddot{X}_{it} = X_{it} - \bar{X}_i$$

$$\bar{Y}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T Y_{it}$$

$$\bar{X}_i = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T X_{it}$$

T : Periode



Lampiran 4 Pengujian Multikolinieritas

```
> #Regresi linier berganda
> rlb <- lm(Y~X1+X2+X3,data=data.GWPR)
> #Uji Multikolinieritas
> multikol <- as.data.frame(vif(rlb))
> multikol
  vif(rlb)
X1 1.573231
X2 1.108782
X3 1.534036
```



Lampiran 5 Pemodelan Regresi Data Panel

Common Effect Model

```
> #Model CEM
> model1panel <- plm(Y~0+X1+X2+X3,data.GWPR,model="pooling",index=c("ID","Tahun"))
> summary(model1panel)
Pooling Model

Call:
plm(formula = Y ~ 0 + X1 + X2 + X3, data = data.GWPR, model = "pooling",
     index = c("ID", "Tahun"))

Balanced Panel: n = 34, T = 8, N = 272

Residuals:
    Min.    1st Qu.    Median     Mean    3rd Qu.     Max.
-1.89413 -0.58368  0.12514 -0.00057  0.51253  1.60347

Coefficients:
            Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
X1 5.1724e-01 1.1298e-02  45.781 < 2.2e-16 ***
X2 1.6842e+00 5.7405e-02  29.338 < 2.2e-16 ***
X3 1.1736e-03 2.4378e-05  48.144 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares:    4823.5
Residual Sum of Squares: 165.07
R-Squared:                0.96578
Adj. R-Squared:          0.96553
F-statistic: 714794 on 3 and 269 DF, p-value: < 2.22e-16
```

Fixed Effect Model

```
> #Model Fixed (FEM)
> model2panel <- plm(Y~0+X1+X2+X3,data.GWPR,model="within",index=c("ID","Tahun"))
> summary(model2panel)
Oneway (individual) effect within Model

Call:
plm(formula = Y ~ 0 + X1 + X2 + X3, data = data.GWPR, model = "within",
     index = c("ID", "Tahun"))

Balanced Panel: n = 34, T = 8, N = 272

Residuals:
    Min.    1st Qu.    Median     Mean    3rd Qu.     Max.
-1.566342 -0.460820 -0.031932  0.403257  1.614092

Coefficients:
            Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
X1 5.4954e-01 2.1947e-02  25.040 < 2.2e-16 ***
X2 1.6593e+00 5.8161e-02  28.530 < 2.2e-16 ***
X3 1.2450e-03 2.7143e-05  45.868 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares:    3318
Residual Sum of Squares: 110.95
R-Squared:                0.96656
Adj. R-Squared:          0.96144
F-statistic: 2264.23 on 3 and 235 DF, p-value: < 2.22e-16
```



Lampiran 5 (Lanjutan)

Random Effect Model

```
> #Model Random (REM)
> model3panel <- plm(Y~0+X1+X2+X3, data.GWPR, model="random", index=c("ID", "Tahun"))
> summary(model3panel)
Oneway (individual) effect Random Effect Model
(Swamy-Arora's transformation)

Call:
plm(formula = Y ~ 0 + X1 + X2 + X3, data = data.GWPR, model = "random",
     index = c("ID", "Tahun"))

Balanced Panel: n = 34, T = 8, N = 272

Effects:
              var std.dev share
idiosyncratic 0.47212 0.68711 0.828
individual    0.09806 0.31314 0.172
theta: 0.387

Residuals:
   Min.  1st Qu.  Median    Mean  3rd Qu.    Max.
-1.67588 -0.56979  0.08819 -0.00228  0.46406  1.56967

Coefficients:
              Estimate Std. Error z-value Pr(>|z|)
X1 5.1513e-01 1.0789e-02  47.746 < 2.2e-16 ***
X2 1.6609e+00 5.5370e-02  29.997 < 2.2e-16 ***
X3 1.2176e-03 2.4641e-05  49.413 < 2.2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total Sum of Squares:    3883.6
Residual Sum of Squares: 133.86
R-Squared:              0.96558
Adj. R-Squared:         0.96533
Chisq: 997573 on 3 DF, p-value: < 2.22e-16
```



Lampiran 6 Uji Chow dan Hausman

```
> #Uji pemilihan model
> #Uji Chow
> pFtest(model2panel,model1panel)

      F test for individual effects

data:  Y ~ 0 + X1 + X2 + X3
F = 3.3716, df1 = 34, df2 = 235, p-value = 2.479e-08
alternative hypothesis: significant effects

> #Uji Hausman
> phptest(model2panel,model3panel)

      Hausman Test

data:  Y ~ 0 + X1 + X2 + X3
chisq = 25.839, df = 3, p-value = 1.031e-05
alternative hypothesis: one model is inconsistent
```



Lampiran 7 Uji Asumsi Regresi Panel FEM

```
> #Asumsi FEM
> #Uji normalitas
> galat <- resid(model2panel)
> jarque.bera.test(galat)

      Jarque Bera Test

data:  galat
X-squared = 5.1233, df = 2, p-value = 0.07718

> #Uji homoskedastisitas
> bptest(model2panel)

      studentized Breusch-Pagan test

data:  model2panel
BP = 16.947, df = 2, p-value = 0.0002089

> #Uji autokorelasi
> pwartest(model2panel)

      wooldridge's test for serial correlation in FE panels

data:  model2panel
F = 54.876, df1 = 1, df2 = 236, p-value = 2.269e-12
alternative hypothesis: serial correlation
```

Lampiran 8 Jarak *Euclidean*

	Aceh	Sumatera Utara	...	Jawa Timur	...	Papua Barat	Papua
Aceh	0	499189,1	...	8521643	...	9161402	8343886
Sumatera Utara	499189,1	0	...	8935754	...	9563699	8773715
Sumatera Barat	9242529	9655311	...	721596,7	...	352878,1	1058748
Riau	625360,5	641534,6	...	9048909	...	9701214	8850788
Jambi	9217724	9621493	...	764715,6	...	73876,63	1212470
Sumatera Selatan	9025657	9431012	...	570660	...	165513,2	1040899
Bengkulu	9006657	9405797	...	665636,1	...	184754,4	1176528
Lampung	8788418	9197796	...	303309,7	...	431832,9	793861,1
Kep. Bangka Belitung	9148471	9560961	...	628274	...	330785	984636,1
Kepulauan Riau	200136,5	441417,4	...	8700539	...	9343757	8517138
DKI Jakarta	8702944	9117770	...	183088,1	...	603140,9	605259,8
Jawa Barat	8620014	9037529	...	147364,8	...	721844,8	487297,2
Jawa Tengah	8589874	8995336	...	273359,2	...	578359,1	809202,2
D I Yogyakarta	8529537	8935414	...	252459,1	...	639757,2	779321,2
Jawa Timur	8521643	8935754	...	0	...	734894	537380
Banten	8673221	9085594	...	160316,8	...	578673,2	652469,2



Lampiran 8 (Lanjutan)

	Aceh	Sumatera Utara		Jawa Timur		Papua Barat	Papua
Bali	8476059	8877294	...	392502,7	...	686727	900970
Nusa Tenggara Barat	8438615	8847905	...	171167,9	...	751210,3	659517,3
Nusa Tenggara Timur	8446583	8847976	...	392321,7	...	715895,3	891559,7
Kalimantan Barat	9380893	9790085	...	871573,7	...	316489,4	1238168
Kalimantan Tengah	9208303	9624950	...	692999,3	...	475183,1	967545,1
Kalimantan Selatan	9070027	9472979	...	645910,2	...	93375,96	1126052
Kalimantan Timur	9402055	9808793	...	908444,5	...	282355,1	1299395
Kalimantan Utara	460267,4	113457,1	...	8838329	...	9463933	8679841
Sulawesi Utara	529375,6	196119,7	...	9037953	...	9672586	8866147
Sulawesi Tengah	9279408	9697677	...	772230,5	...	544518,5	1010519
Sulawesi Selatan	8981624	9400793	...	491027,8	...	578039,3	727785,5
Sulawesi Tenggara	8974350	9378741	...	541508,7	...	197389,3	1029788
Gorontalo	614656,5	131431,1	...	9067161	...	9694894	8905049
Sulawesi Barat	9113467	9529946	...	598072,1	...	465833,9	886063,5
Maluku	9078690	9488659	...	570589,1	...	258730	978163,2
Maluku Utara	634472,1	135586,7	...	9043889	...	9668359	8886380

Lampiran 8 (Lanjutan)

	Aceh	Sumatera Utara	...	Jawa Timur	...	Papua Barat	Papua
Papua Barat	9161402	9563699	...	734894	...	0	1203623
Papua	8343886	8773715	...	537380	...	1203623	0

Lampiran 9 Nilai *Bandwidth*

	<i>Adaptive Gaussian</i>	<i>Adaptive Bisquare</i>	<i>Adaptive Tricube</i>
Aceh	614656,54517	625360,54549	625360,54549
Sumatera Utara	441417,38597	499189,10147	499189,10147
Sumatera Barat	189715,11422	191922,94696	191922,94696
Riau	641534,63466	717558,09519	717558,09519
Jambi	242198,06974	243198,59730	243198,59730
Sumatera Selatan	195006,69823	197861,92933	197861,92933
Bengkulu	258157,61941	351011,11730	351011,11730
Lampung	267350,51350	282021,21439	282021,21439
Kep. Bangka Belitung	237879,01156	255714,01553	255714,01553
Kepulauan Riau	450438,84796	527102,34210	527102,34210
DKI Jakarta	314177,60045	315284,61458	315284,61458
Jawa Barat	316800,95806	366582,52018	366582,52018
Jawa Tengah	230254,16011	234048,87015	234048,87015
D I Yogyakarta	248168,79612	252459,12538	252459,12538
Jawa Timur	252459,12538	273359,18864	273359,18864
Banten	230254,16011	248168,79612	248168,79612
Bali	392502,69314	394106,27029	394106,27029
Nusa Tenggara Barat	241604,55092	254660,73855	254660,73855
Nusa Tenggara Timur	392321,66064	405720,92187	405720,92187
Kalimantan Barat	302938,03900	303737,66993	303737,66993
Kalimantan Tengah	241261,83483	259647,35503	259647,35503
Kalimantan Selatan	150380,46334	224956,16915	224956,16915
Kalimantan Timur	315242,72640	338872,79771	338872,79771

Lampiran 9 (Lanjutan)

	<i>Adaptive Gaussian</i>	<i>Adaptive Bisquare</i>	<i>Adaptive Tricube</i>
Kalimantan Utara	450438,84796	460267,43637	460267,43637
Sulawesi Utara	397696,93290	466839,35334	466839,35334
Sulawesi Tengah	298966,48182	324751,56180	324751,56180
Sulawesi Selatan	315284,61458	319322,70519	319322,70519
Sulawesi Tenggara	207958,46677	241207,68804	241207,68804
Gorontalo	527102,34210	614656,54517	614656,54517
Sulawesi Barat	178225,23917	219562,39706	219562,39706
Maluku	219562,39706	224956,16915	224956,16915
Maluku Utara	571187,70366	634472,13538	634472,13538
Papua Barat	197389,32056	258730,04850	258730,04850
Papua	659517,31498	727785,47241	727785,47241



Lampiran 10 Pembobot *Adaptive Gaussian Kernel* pada setiap Provinsi

	Aceh	Sumatera Utara	...	Jawa Timur	...	Papua Barat	Papua
Aceh	1,0000	0,7191	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sumatera Utara	0,5276	1,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sumatera Barat	0,0000	0,0000	...	0,0007	...	0,1773	0,0000
Riau	0,6218	0,6065	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Jambi	0,0000	0,0000	...	0,0068	...	0,9545	0,0000
Sumatera Selatan	0,0000	0,0000	...	0,0138	...	0,6975	0,0000
Bengkulu	0,0000	0,0000	...	0,0360	...	0,7741	0,0000
Lampung	0,0000	0,0000	...	0,5254	...	0,2713	0,0122
Kep. Bangka Belitung	0,0000	0,0000	...	0,0306	...	0,3803	0,0002
Kepulauan Riau	0,9060	0,6187	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
DKI Jakarta	0,0000	0,0000	...	0,8438	...	0,1584	0,1563
Jawa Barat	0,0000	0,0000	...	0,8975	...	0,0746	0,3064
Jawa Tengah	0,0000	0,0000	...	0,4942	...	0,0427	0,0021
D I Yogyakarta	0,0000	0,0000	...	0,5960	...	0,0361	0,0072
Jawa Timur	0,0000	0,0000	...	1,0000	...	0,0145	0,1038
Banten	0,0000	0,0000	...	0,7848	...	0,0425	0,0180



Lampiran 10 (Lanjutan)

	Aceh	Sumatera Utara	...	Jawa Timur	...	Papua Barat	Papua
Bali	0,0000	0,0000	...	0,6065	...	0,2164	0,0718
Nusa Tenggara Barat	0,0000	0,0000	...	0,7781	...	0,0080	0,0241
Nusa Tenggara Timur	0,0000	0,0000	...	0,6065	...	0,1892	0,0756
Kalimantan Barat	0,0000	0,0000	...	0,0159	...	0,5794	0,0002
Kalimantan Tengah	0,0000	0,0000	...	0,0162	...	0,1438	0,0003
Kalimantan Selatan	0,0000	0,0000	...	0,0001	...	0,8247	0,0000
Kalimantan Timur	0,0000	0,0000	...	0,0157	...	0,6696	0,0002
Kalimantan Utara	0,5933	0,9688	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sulawesi Utara	0,4123	0,8855	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sulawesi Tengah	0,0000	0,0000	...	0,0356	...	0,1904	0,0033
Sulawesi Selatan	0,0000	0,0000	...	0,2974	...	0,1863	0,0697
Sulawesi Tenggara	0,0000	0,0000	...	0,0337	...	0,6373	0,0000
Gorontalo	0,5067	0,9694	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sulawesi Barat	0,0000	0,0000	...	0,0036	...	0,0328	0,0000
Maluku	0,0000	0,0000	...	0,0342	...	0,4994	0,0000
Maluku Utara	0,5396	0,9722	...	0,0000	...	0,0000	0,0000



Lampiran 10 (Lanjutan)

	Aceh	Sumatera Utara	...	Jawa Timur	...	Papua Barat	Papua
Papua Barat	0,0000	0,0000	...	0,0010	...	1,0000	0,0000
Papua	0,0000	0,0000	...	0,7175	...	0,1891	1,0000



Lampiran 11 Pembobot *Adaptive Bisquare Kernel* pada setiap Provinsi

	Aceh	Sumatera Utara	...	Jawa Timur	...	Papua Barat	Papua
Aceh	1,0000	0,1316	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sumatera Utara	0,0000	1,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sumatera Barat	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Riau	0,0578	0,0403	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Jambi	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,8240	0,0000
Sumatera Selatan	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0902	0,0000
Bengkulu	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,5227	0,0000
Lampung	0,0000	0,0000	...	0,0245	...	0,0000	0,0000
Kep. Bangka Belitung	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,4534	0,0000
Kepulauan Riau	0,7325	0,0892	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
DKI Jakarta	0,0000	0,0000	...	0,4393	...	0,0000	0,0000
Jawa Barat	0,0000	0,0000	...	0,7029	...	0,0000	0,5883
Jawa Tengah	0,0000	0,0000	...	0,1326	...	0,0000	0,0000
D I Yogyakarta	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Jawa Timur	0,0000	0,0000	...	1,0000	...	0,0000	0,0000
Banten	0,0000	0,0000	...	0,3395	...	0,0000	0,0000



Lampiran 11 (Lanjutan)

	Aceh	Sumatera Utara	...	Jawa Timur	...	Papua Barat	Papua
Bali	0,0000	0,0000	...	0,0001	...	0,0000	0,0000
Nusa Tenggara Barat	0,0000	0,0000	...	0,3006	...	0,0000	0,0000
Nusa Tenggara Timur	0,0000	0,0000	...	0,0042	...	0,0000	0,0000
Kalimantan Barat	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0073	0,0000
Kalimantan Tengah	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Kalimantan Selatan	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,6851	0,0000
Kalimantan Timur	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0935	0,0000
Kalimantan Utara	0,0000	0,8822	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sulawesi Utara	0,0817	0,6782	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sulawesi Tengah	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sulawesi Selatan	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sulawesi Tenggara	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,1091	0,0000
Gorontalo	0,0000	0,9106	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sulawesi Barat	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Maluku	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,1042	0,0000
Maluku Utara	0,0000	0,9108	...	0,0000	...	0,0000	0,0000



Lampiran 11 (Lanjutan)

	Aceh	Sumatera Utara	...	Jawa Timur	...	Papua Barat	Papua
Papua Barat	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	1,0000	0,0000
Papua	0,0000	0,0000	...	0,2068	...	0,0000	1,0000

Lampiran 12 Pembobot *Adaptive Tricube Kernel* pada setiap Provinsi

	Aceh	Sumatera Utara	...	Jawa Timur	...	Papua Barat	Papua
Aceh	1,0000	0,1186	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sumatera Utara	0,0000	1,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sumatera Barat	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Riau	0,0386	0,0232	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Jambi	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,9182	0,0000
Sumatera Selatan	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0713	0,0000
Bengkulu	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,6232	0,0000
Lampung	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Kep. Bangka Belitung	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Kepulauan Riau	0,8446	0,0703	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
DKI Jakarta	0,0000	0,0000	...	0,5201	...	0,0000	0,0000
Jawa Barat	0,0000	0,0000	...	0,8175	...	0,0000	0,0000
Jawa Tengah	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
D I Yogyakarta	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Jawa Timur	0,0000	0,0000	...	1,0000	...	0,0000	0,0000
Banten	0,0000	0,0000	...	0,3897	...	0,0000	0,0000



Lampiran 12 (Lanjutan)

	Aceh	Sumatera Utara	...	Jawa Timur	...	Papua Barat	Papua
Bali	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Nusa Tenggara Barat	0,0000	0,0000	...	0,3377	...	0,0000	0,0000
Nusa Tenggara Timur	0,0000	0,0000	...	0,0009	...	0,0000	0,0000
Kalimantan Barat	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Kalimantan Tengah	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Kalimantan Selatan	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,8004	0,0000
Kalimantan Timur	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0749	0,0000
Kalimantan Utara	0,0000	0,9557	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sulawesi Utara	0,0000	0,7937	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sulawesi Tengah	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sulawesi Selatan	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sulawesi Tenggara	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0923	0,0000
Gorontalo	0,0000	0,9710	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Sulawesi Barat	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Maluku	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	0,0000	0,0000
Maluku Utara	0,0000	0,9710	...	0,0000	...	0,0000	0,0000



Lampiran 12 (Lanjutan)

	Aceh	Sumatera Utara	...	Jawa Timur	...	Papua Barat	Papua
Papua Barat	0,0000	0,0000	...	0,0000	...	1,0000	0,0000
Papua	0,0000	0,0000	...	0,2132	...	0,0000	1,0000



Lampiran 13 Uji Heterogenitas Spasial

Fungsi Pembobot *Adaptive Gaussian*

```
> #Heterogenitas spasial A1
> reg.data.terkoreksi <- lm(IPM~UHH+HLS+PENGELUARAN, data=data.trans.GWPR)
> sisaan.terkoreksi <- resid(reg.data.terkoreksi)
> hetspas <- read.csv("D:/skripsi/olah272/hetspasstd.csv")
> zi=cbind(hetspas)
> z=as.matrix(zi)
> dataWA1 <- read.csv("D:/skripsi/olah272/fixWA1.csv")
> WA1=cbind(dataWA1)
> WA1=as.matrix(WA1)
> fi=((sisaan.terkoreksi^2)/(sum(sisaan.terkoreksi^2)/34))-1
> f=as.matrix(fi)
> tf=t(f)
> tz=t(z)
> iz=solve(tz%*%z)
> tWA1=t(WA1)
> WA12=(tWA1%*%WA1)+WA1^2
> TWA1=sum(diag(WA12))
> e=as.matrix(sisaan.terkoreksi)
> te=t(e)
> BPA1=0.5%*tf%*%z%*%iz%*%tz%*%f+(1/TWA1)%*%((te%*%WA1%*%e)/var(sisaan.terkoreksi))^2
> BPA1
      [,1]
[1,] 0.3390175
> pA1=pchisq(BPA1,4,ncp=0,lower.tail=T)
> pA1
      [,1]
[1,] 0.01284179
```

Fungsi Pembobot *Adaptive Bisquare*

```
> #Heterogenitas spasial A2
> dataWA2 <- read.csv("D:/skripsi/olah272/fixWA2.csv")
> WA21=cbind(dataWA2)
> WA2=as.matrix(WA21)
> tWA2=t(WA2)
> WA22=(tWA2%*%WA2)+WA2^2
> TWA2=sum(diag(WA22))
> BPA2=0.5%*tf%*%z%*%iz%*%tz%*%f+(1/TWA2)%*%((te%*%WA2%*%e)/var(sisaan.terkoreksi))^2
> BPA2
      [,1]
[1,] 0.3390175
> pA2=pchisq(BPA2,4,ncp=0,lower.tail=T)
> pA2
      [,1]
[1,] 0.01284179
```



Lampiran 13 (Lanjutan)

Fungsi Pembobot *Adaptive Tricube*

```
> #Heterogenitas spasial A3
> dataWA3 <- read.csv("D:/skripsi/olah272/fixWA3.csv")
> WA3i=cbind(dataWA3)
> WA3=as.matrix(WA3i)
> tWA3=t(WA3)
> WA32=(tWA3**%WA3)+WA3^2
> TWA3=sum(diag(WA32))
> BPA3=0.5**tF**z**%iz**t**f+(1/TWA3)**((te**WA3**e)/var(sisaan.terkoreksi))^2
> BPA3
      [,1]
[1,] 0.3390175
> pA3=pchisq(BPA3,4,ncp=0,lower.tail=T)
> pA3
      [,1]
[1,] 0.01284179
```



Lampiran 14 Pendugaan Parameter Model GWPR

Fungsi Pembobot *Adaptive Gaussian*

```

> hasil.GWPRA1 <- gwr.basic(IPM~UHH+HLS+PENGLUARAN, data=data.sp.GWPR,
bw=bwd.GWPRA1, kernel="gaussian", adaptive=T)
> hasil.GWPRA1
*****
*                               Package   GWmodel                               *
*****
Program starts at: 2021-04-29 08:39:32
Call:
gwr.basic(formula = IPM ~ UHH + HLS + PENGLUARAN, data = data.sp.GWPR,
  bw = bwd.GWPRA1, kernel = "gaussian", adaptive = T)

Dependent (y) variable: IPM
Independent variables: UHH HLS PENGLUARAN
Number of data points: 272
*****
*                               Results of Global Regression                               *
*****

Call:
lm(formula = formula, data = data)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.45580 -0.08019 -0.00942  0.08266  0.43047

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -3.340e-13  8.554e-03   0.00    1
UHH          1.020e+00  4.968e-02  20.52 <2e-16 ***
HLS          1.516e+00  5.553e-02  27.30 <2e-16 ***
PENGLUARAN  1.009e-03  3.652e-05  27.63 <2e-16 ***
---Significance stars
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Residual standard error: 0.1411 on 268 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.9883
Adjusted R-squared: 0.9881
F-statistic: 7516 on 3 and 268 DF, p-value: < 2.2e-16
***Extra Diagnostic information
Residual sum of squares: 5.334221
Sigma(hat): 0.1405574
AIC: -287.5087
AICC: -287.2832
*****
*                               Results of Geographically Weighted Regression                               *
*****
*****Model calibration information*****
Kernel function: gaussian
Adaptive bandwidth: 41 (number of nearest neighbours)
Regression points: the same locations as observations are used.
Distance metric: Euclidean distance metric is used.

*****Summary of GWR coefficient estimates:*****
            Min.      1st Qu.      Median      3rd Qu.      Max.
Intercept -1.1478e-11 -4.5351e-12 -5.6231e-13  3.2311e-12  0.0000

```



Lampiran 14 (Lanjutan)

```
UHH      9.1785e-01  9.7711e-01  1.0186e+00  1.0757e+00  1.1272
HLS      1.2096e+00  1.3744e+00  1.4211e+00  1.5378e+00  1.6680
PENGLUARAN 9.1800e-04  9.7746e-04  1.0192e-03  1.1079e-03  0.0013
*****Diagnostic information*****
Number of data points: 272
Effective number of parameters (2*trace(S) - trace(S'S)): 23.44878
Effective degrees of freedom (n-2*trace(S) + trace(S'S)): 248.5512
AICc (GWR book, Fotheringham, et al. 2002, p. 61, eq 2.33): -306.2379
AIC (GWR book, Fotheringham, et al. 2002, GWR p. 96, eq. 4.22): -329.4432
Residual sum of squares: 4.437247
R-square value: 0.9902293
Adjusted R-square value: 0.9893038

*****
Program stops at: 2021-04-29 08:39:32
> hasil.GWPRA1$GW.diagnostic$AIC
[1] -329.4432
> hasil.GWPRA1$GW.diagnostic$gw.R2
[1] 0.9902293
```

Fungsi Pembobot Adaptive Bisquare

```
> hasil.GWPRA2 <- gwr.basic(IPM~UHH+HLS+PENGLUARAN, data=data.sp.GWPR,
bw=bwd.GWPRA2, kernel="bisquare", adaptive=T)
> hasil.GWPRA2
*****
* Package Gwmodel *
*****
Program starts at: 2021-04-29 08:39:32
Call:
gwr.basic(formula = IPM ~ UHH + HLS + PENGLUARAN, data = data.sp.GWPR,
bw = bwd.GWPRA2, kernel = "bisquare", adaptive = T)

Dependent (y) variable: IPM
Independent variables: UHH HLS PENGLUARAN
Number of data points: 272
*****
* Results of Global Regression *
*****
Call:
lm(formula = formula, data = data)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.45580 -0.08019 -0.00942  0.08266  0.43047

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -3.340e-13  8.554e-03    0.00    1
UHH          1.020e+00  4.968e-02   20.52 <2e-16 ***
HLS          1.516e+00  5.553e-02   27.30 <2e-16 ***
PENGLUARAN  1.009e-03  3.652e-05   27.63 <2e-16 ***

---Significance stars
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Residual standard error: 0.1411 on 268 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.9883
Adjusted R-squared: 0.9881
```



Lampiran 14 (Lanjutan)

```
F-statistic: 7516 on 3 and 268 DF, p-value: < 2.2e-16
***Extra Diagnostic information
Residual sum of squares: 5.334221
Sigma(hat): 0.1405574
AIC: -287.5087
AICC: -287.2832
*****
* Results of Geographically Weighted Regression *
*****
*****Model calibration information*****
Kernel function: bisquare
Adaptive bandwidth: 49 (number of nearest neighbours)
Regression points: the same locations as observations are used.
Distance metric: Euclidean distance metric is used.
*****Summary of GWR coefficient estimates:*****
          Min.      1st Qu.      Median      3rd Qu.      Max.
Intercept -4.1797e-11 -7.6480e-12  1.3285e-12  1.1209e-11  0.0000
UHH        6.1378e-01  9.0447e-01  9.8970e-01  1.0609e+00  1.4351
HLS        8.8439e-01  1.2149e+00  1.3163e+00  1.5311e+00  2.0077
PENGLUARAN 8.3594e-04  9.0802e-04  1.0166e-03  1.2245e-03  0.0014
*****Diagnostic information*****
Number of data points: 272
Effective number of parameters (2trace(S) - trace(S'S)): 58.4563
Effective degrees of freedom (n-2trace(S) + trace(S'S)): 213.5437
AICC (GWR book, Fotheringham, et al. 2002, p. 61, eq 2.33): -312.9978
AIC (GWR book, Fotheringham, et al. 2002, GWR p. 96, eq. 4.22): -384.0065
Residual sum of squares: 3.259704
R-square value: 0.9928222
Adjusted R-square value: 0.9908481
*****
Program stops at: 2021-04-29 08:39:34
> hasil.GWPRA2$GW.diagnostic$AIC
[1] -384.0065
> hasil.GWPRA2$GW.diagnostic$gw.R2
[1] 0.9928222
```

Fungsi Pembobot *Adaptive Tricube*

```
> hasil.GWPRA3 <- gwr.basic(IPM~UHH+HLS+PENGLUARAN, data=data.sp.GWPR,
bw=bwd.GWPRA3, kernel="tricube", adaptive=T)
> hasil.GWPRA3
*****
* Package Gwmodel *
*****
Program starts at: 2021-04-29 08:39:35
Call:
gwr.basic(formula = IPM ~ UHH + HLS + PENGLUARAN, data = data.sp.GWPR,
bw = bwd.GWPRA3, kernel = "tricube", adaptive = T)
Dependent (y) variable: IPM
Independent variables: UHH HLS PENGLUARAN
Number of data points: 272
*****
* Results of Global Regression *
*****
```



Lampiran 14 (Lanjutan)

```

Call:
lm(formula = formula, data = data)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.45580 -0.08019 -0.00942  0.08266  0.43047

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -3.340e-13  8.554e-03    0.00    1
UHH          1.020e+00  4.968e-02   20.52 <2e-16 ***
HLS          1.516e+00  5.553e-02   27.30 <2e-16 ***
PENGLUARAN  1.009e-03  3.652e-05   27.63 <2e-16 ***

---Significance stars
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
Residual standard error: 0.1411 on 268 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9883
Adjusted R-squared:  0.9881
F-statistic: 7516 on 3 and 268 DF,  p-value: < 2.2e-16
***Extra Diagnostic information
Residual sum of squares: 5.334221
Sigma(hat): 0.1405574
AIC: -287.5087
AICC: -287.2832
*****
*           Results of Geographically Weighted Regression           *
*****

*****Model calibration information*****
Kernel function: tricube
Adaptive bandwidth: 49 (number of nearest neighbours)
Regression points: the same locations as observations are used.
Distance metric: Euclidean distance metric is used.

*****Summary of GWR coefficient estimates:*****
              Min.      1st Qu.      Median      3rd Qu.      Max.
Intercept -4.4133e-11 -7.4140e-12  1.1402e-12  1.0036e-11  0.0000
UHH        5.9435e-01  9.0728e-01  9.8871e-01  1.0881e+00  1.4527
HLS        8.8069e-01  1.2028e+00  1.3053e+00  1.5496e+00  2.0197
PENGLUARAN 8.2589e-04  8.9709e-04  1.0194e-03  1.2354e-03  0.0015
*****Diagnostic information*****
Number of data points: 272
Effective number of parameters (2*trace(S) - trace(S'S)): 54.00709
Effective degrees of freedom (n-2*trace(S) + trace(S'S)): 217.9929
AIC (GWR book, Fotheringham, et al. 2002, p. 61, eq 2.33): -306.0279
AIC (GWR book, Fotheringham, et al. 2002, GWR p. 96, eq. 4.22): -372.7455
Residual sum of squares: 3.42512
R-square value: 0.992458
Adjusted R-square value: 0.9905809

*****
Program stops at: 2021-04-29 08:39:37
> hasil.GWPRA3$GW.diagnostic$AIC
[1] -372.7455
> hasil.GWPRA3$GW.diagnostic$gw.R2
[1] 0.992458

```



Lampiran 15 Pengujian Signifikansi Parameter GWPR dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Gaussian*

Provinsi	$\hat{\beta}_0$	$t_{hit}(\hat{\beta}_0)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_0)$	$\hat{\beta}_1$	$t_{hit}(\hat{\beta}_1)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_1)$
Aceh	4,28E-12	2,51431E-10	1,0000	0,9849	8,8621	0,0000
Sumatera Utara	1,00E-11	5,7606E-10	1,0000	1,0223	8,9701	0,0000
Sumatera Barat	3,23E-12	2,24609E-10	1,0000	0,9179	12,3077	0,0000
Riau	5,93E-12	3,46772E-10	1,0000	1,0225	9,1124	0,0000
Jambi	-2,43E-12	-1,84491E-10	1,0000	0,9850	12,5230	0,0000
Sumatera Selatan	-6,58E-13	-4,73083E-11	1,0000	1,0150	11,0593	0,0000
Bengkulu	-4,66E-12	-3,43485E-10	1,0000	1,0227	11,8562	0,0000
Lampung	-2,11E-12	-1,95568E-10	1,0000	1,0795	17,1606	0,0000
Kep. Bangka Belitung	2,62E-12	2,14283E-10	1,0000	0,9462	13,9560	0,0000
Kepulauan Riau	3,60E-12	2,0842E-10	1,0000	0,9771	8,6959	0,0000
DKI Jakarta	-1,72E-12	-1,55722E-10	1,0000	1,0757	17,4507	0,0000
Jawa Barat	-1,63E-12	-1,3661E-10	1,0000	1,0737	16,1072	0,0000
Jawa Tengah	-1,12E-11	-7,97558E-10	1,0000	1,1265	13,7691	0,0000
D I Yogyakarta	-1,15E-11	-8,08786E-10	1,0000	1,1272	13,5464	0,0000
Jawa Timur	-5,22E-12	-3,66689E-10	1,0000	1,0986	12,9327	0,0000
Banten	-2,53E-12	-1,90256E-10	1,0000	1,1223	14,3971	0,0000



Lampiran 15 (Lanjutan)

Provinsi	$\hat{\beta}_0$	$t_{hit}(\hat{\beta}_0)$	p -value ($\hat{\beta}_0$)	$\hat{\beta}_1$	$t_{hit}(\hat{\beta}_1)$	p -value ($\hat{\beta}_1$)
Bali	-8,37E-12	-7,08376E-10	1,0000	1,1098	15,5712	0,0000
Nusa Tenggara Barat	-1,12E-11	-7,52362E-10	1,0000	1,1072	12,5373	0,0000
Nusa Tenggara Timur	-8,63E-12	-7,16708E-10	1,0000	1,1121	15,3239	0,0000
Kalimantan Barat	4,44E-13	3,55101E-11	1,0000	0,9538	13,8525	0,0000
Kalimantan Tengah	3,21E-12	2,28789E-10	1,0000	0,9331	12,5845	0,0000
Kalimantan Selatan	-4,54E-12	-2,62094E-10	1,0000	1,0040	8,0759	0,0000
Kalimantan Timur	-4,67E-13	-3,71649E-11	1,0000	0,9621	13,8485	0,0000
Kalimantan Utara	9,32E-12	5,34114E-10	1,0000	1,0114	8,8421	0,0000
Sulawesi Utara	1,02E-11	5,89599E-10	1,0000	1,0371	9,2065	0,0000
Sulawesi Tengah	2,89E-12	2,17733E-10	1,0000	0,9437	13,0120	0,0000
Sulawesi Selatan	2,22E-12	1,97715E-10	1,0000	0,9973	15,6966	0,0000
Sulawesi Tenggara	-1,51E-12	-1,10774E-10	1,0000	1,0239	11,4805	0,0000
Gorontalo	1,03E-11	5,94649E-10	1,0000	1,0326	9,1592	0,0000
Sulawesi Barat	2,98E-12	1,83996E-10	1,0000	0,9192	11,4998	0,0000
Maluku	2,24E-12	1,87994E-10	1,0000	0,9710	14,1176	0,0000
Maluku Utara	1,01E-11	5,85232E-10	1,0000	1,0294	9,1236	0,0000



Lampiran 15 (Lanjutan)

Provinsi	$\hat{\beta}_0$	$t_{hit}(\hat{\beta}_0)$	p -value ($\hat{\beta}_0$)	$\hat{\beta}_1$	$t_{hit}(\hat{\beta}_1)$	p -value ($\hat{\beta}_1$)
Papua Barat	-4,64E-12	-3,06139E-10	1,0000	1,0032	10,0279	0,0000
Papua	-7,90E-13	-7,63401E-11	1,0000	1,0019	17,5765	0,0000

Provinsi	$\hat{\beta}_2$	$t_{hit}(\hat{\beta}_2)$	p -value ($\hat{\beta}_2$)	$\hat{\beta}_3$	$t_{hit}(\hat{\beta}_3)$	p -value ($\hat{\beta}_3$)
Aceh	1,5378	14,6602	0,0000	0,0010	12,2098	0,0000
Sumatera Utara	1,4205	13,3062	0,0000	0,0011	12,7068	0,0000
Sumatera Barat	1,3863	14,2022	0,0000	0,0012	18,6991	0,0000
Riau	1,4781	14,0552	0,0000	0,0010	12,0578	0,0000
Jambi	1,5472	17,7569	0,0000	0,0010	16,7913	0,0000
Sumatera Selatan	1,5974	16,7936	0,0000	0,0010	14,8940	0,0000
Bengkulu	1,5952	16,8964	0,0000	0,0010	15,6594	0,0000
Lampung	1,4217	18,5555	0,0000	0,0010	21,9110	0,0000
Kep. Bangka Belitung	1,4267	17,0679	0,0000	0,0011	21,3533	0,0000
Kepulauan Riau	1,5592	14,5877	0,0000	0,0010	11,7332	0,0000
DKI Jakarta	1,3989	18,7351	0,0000	0,0010	22,5189	0,0000



Lampiran 15 (Lanjutan)

Provinsi	$\hat{\beta}_2$	$t_{hit}(\hat{\beta}_2)$	p -value ($\hat{\beta}_2$)	$\hat{\beta}_3$	$t_{hit}(\hat{\beta}_3)$	p -value ($\hat{\beta}_3$)
Jawa Barat	1,4341	18,2554	0,0000	0,0010	21,0580	0,0000
Jawa Tengah	1,2818	12,5395	0,0000	0,0010	17,1572	0,0000
D I Yogyakarta	1,2613	11,9534	0,0000	0,0010	17,0832	0,0000
Jawa Timur	1,2877	12,3710	0,0000	0,0010	17,9270	0,0000
Banten	1,2965	13,2672	0,0000	0,0010	18,6489	0,0000
Bali	1,3810	16,6291	0,0000	0,0010	19,7428	0,0000
Nusa Tenggara Barat	1,2096	10,5469	0,0000	0,0010	16,8264	0,0000
Nusa Tenggara Timur	1,3744	16,2178	0,0000	0,0010	19,4622	0,0000
Kalimantan Barat	1,4644	17,1554	0,0000	0,0011	20,0676	0,0000
Kalimantan Tengah	1,3526	14,1374	0,0000	0,0012	19,7908	0,0000
Kalimantan Selatan	1,6680	14,5377	0,0000	0,0009	10,2659	0,0000
Kalimantan Timur	1,4854	17,4320	0,0000	0,0011	19,5182	0,0000
Kalimantan Utara	1,4366	13,4467	0,0000	0,0011	12,6503	0,0000
Sulawesi Utara	1,4122	13,3743	0,0000	0,0011	12,6744	0,0000
Sulawesi Tengah	1,3717	15,1688	0,0000	0,0012	20,6461	0,0000
Sulawesi Selatan	1,4021	17,9675	0,0000	0,0011	23,5626	0,0000



Lampiran 15 (Lanjutan)

Provinsi	$\hat{\beta}_2$	$t_{hit}(\hat{\beta}_2)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_2)$	$\hat{\beta}_3$	$t_{hit}(\hat{\beta}_3)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_3)$
Sulawesi Tenggara	1,6018	16,7538	0,0000	0,0010	15,4266	0,0000
GORONTALO	1,4108	13,3207	0,0000	0,0011	12,8368	0,0000
Sulawesi Barat	1,2929	11,4746	0,0000	0,0013	18,1716	0,0000
Maluku	1,4805	18,2087	0,0000	0,0011	20,9925	0,0000
Maluku Utara	1,4144	13,3476	0,0000	0,0011	12,8529	0,0000
Papua Barat	1,6001	16,0842	0,0000	0,0010	12,9960	0,0000
Papua	1,6196	22,8705	0,0000	0,0010	22,6842	0,0000

Lampiran 16 Pengujian Signifikansi Parameter GWPR dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Bisquare*

Provinsi	$\hat{\beta}_0$	$t_{hit}(\hat{\beta}_0)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_0)$	$\hat{\beta}_1$	$t_{hit}(\hat{\beta}_1)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_1)$
Aceh	-7,65E-12	-2,98E-10	1,0000	0,6260	2,8116	0,0070
Sumatera Utara	1,64E-11	8,45E-10	1,0000	0,9922	8,2706	0,0000
Sumatera Barat	6,99E-12	2,52E-10	1,0000	0,6466	3,8919	0,0000
Riau	3,44E-12	1,31E-10	1,0000	1,0333	5,5334	0,0000
Jambi	-1,87E-11	-7,54E-10	1,0000	0,9681	4,4985	0,0000
Sumatera Selatan	1,15E-12	4,87E-11	1,0000	0,9742	6,2214	0,0000
Bengkulu	-7,47E-12	-3,88E-10	1,0000	0,9682	6,9706	0,0000
Lampung	1,17E-11	4,54E-10	1,0000	1,0609	5,1896	0,0000
Kep. Bangka Belitung	7,82E-12	3,85E-10	1,0000	0,8603	7,5763	0,0000
Kepulauan Riau	-5,02E-12	-2,00E-10	1,0000	0,6138	2,9944	0,0040
DKI Jakarta	5,48E-12	2,65E-10	1,0000	1,4351	7,6788	0,0000
Jawa Barat	1,51E-12	7,10E-11	1,0000	1,4139	7,7771	0,0000
Jawa Tengah	-4,18E-11	-1,65E-09	1,0000	1,2890	9,6976	0,0000
D I Yogyakarta	-3,42E-11	-1,63E-09	1,0000	1,1506	11,5566	0,0000
Jawa Timur	2,50E-12	1,16E-10	1,0000	1,0555	7,5842	0,0000
Banten	1,12E-11	5,17E-10	1,0000	1,3603	6,9819	0,0000



Lampiran 16 (Lanjutan)

Provinsi	$\hat{\beta}_0$	$t_{hit}(\hat{\beta}_0)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_0)$	$\hat{\beta}_1$	$t_{hit}(\hat{\beta}_1)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_1)$
Bali	-2,29E-11	-1,13E-09	1,0000	1,2173	12,2090	0,0000
Nusa Tenggara Barat	-2,58E-11	-1,02E-09	1,0000	0,9735	7,5026	0,0000
Nusa Tenggara Timur	-2,24E-11	-1,11E-09	1,0000	1,2082	12,2260	0,0000
Kalimantan Barat	3,78E-12	1,55E-10	1,0000	1,0097	6,0499	0,0000
Kalimantan Tengah	-6,02E-12	-2,98E-10	1,0000	0,9097	10,6814	0,0000
Kalimantan Selatan	-6,87E-12	-3,62E-10	1,0000	0,9045	6,5508	0,0000
Kalimantan Timur	-8,51E-13	-3,56E-11	1,0000	1,0518	6,1785	0,0000
Kalimantan Utara	1,52E-11	7,36E-10	1,0000	0,9296	7,3444	0,0000
Sulawesi Utara	1,70E-11	8,43E-10	1,0000	1,0347	8,3493	0,0000
Sulawesi Tengah	-1,39E-12	-6,45E-11	1,0000	0,9457	10,6205	0,0000
Sulawesi Selatan	3,34E-12	1,20E-10	1,0000	0,8671	5,6568	0,0000
Sulawesi Tenggara	-8,63E-13	-3,90E-11	1,0000	0,9872	6,7137	0,0000
Gorontalo	1,77E-11	9,13E-10	1,0000	1,0237	8,5579	0,0000
Sulawesi Barat	-1,66E-11	-7,34E-10	1,0000	0,8711	7,9259	0,0000
Maluku	2,13E-11	7,99E-10	1,0000	1,3679	7,2481	0,0000
Maluku Utara	1,79E-11	9,19E-10	1,0000	1,0115	8,4096	0,0000



Lampiran 16 (Lanjutan)

Provinsi	$\hat{\beta}_0$	$t_{hit}(\hat{\beta}_0)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_0)$	$\hat{\beta}_1$	$t_{hit}(\hat{\beta}_1)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_1)$
Papua Barat	-6,68E-10	-3,06139E-10	1,0000	0,8967	5,7254	0,0000
Papua	4,29E-10	-7,63401E-11	1,0000	0,7690	3,4256	0,0010

Provinsi	$\hat{\beta}_2$	$t_{hit}(\hat{\beta}_2)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_2)$	$\hat{\beta}_3$	$t_{hit}(\hat{\beta}_3)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_3)$
Aceh	2,0077	10,5946	0,0000	0,0009	6,4772	0,0000
Sumatera Utara	1,3062	11,3401	0,0000	0,0013	12,4208	0,0000
Sumatera Barat	1,4466	8,1432	0,0000	0,0012	10,5602	0,0000
Riau	1,4754	8,4954	0,0000	0,0009	8,1275	0,0000
Jambi	1,5311	8,1327	0,0000	0,0010	7,6146	0,0000
Sumatera Selatan	1,7771	12,3354	0,0000	0,0008	7,4844	0,0000
Bengkulu	1,7179	14,2428	0,0000	0,0009	9,1700	0,0000
Lampung	1,3840	6,7847	0,0000	0,0010	8,7637	0,0000
Kep. Bangka Belitung	1,3498	9,3108	0,0000	0,0012	14,5556	0,0000
Kepulauan Riau	1,9089	11,0056	0,0000	0,0009	6,9637	0,0000
DKI Jakarta	1,1888	6,8178	0,0000	0,0008	8,4029	0,0000



Lampiran 16 (Lanjutan)

Provinsi	$\hat{\beta}_2$	$t_{hit}(\hat{\beta}_2)$	p -value ($\hat{\beta}_2$)	$\hat{\beta}_3$	$t_{hit}(\hat{\beta}_3)$	p -value ($\hat{\beta}_3$)
Jawa Barat	1,1413	6,4512	0,0000	0,0009	9,2689	0,0000
Jawa Tengah	0,8844	3,9175	0,0000	0,0011	11,1928	0,0000
D I Yogyakarta	1,0696	6,4496	0,0000	0,0011	12,9173	0,0000
Jawa Timur	1,1348	6,5238	0,0000	0,0011	12,2688	0,0000
Banten	1,2337	6,6649	0,0000	0,0008	7,9229	0,0000
Bali	1,2203	7,4610	0,0000	0,0010	11,9607	0,0000
Nusa Tenggara Barat	1,0357	4,7020	0,0000	0,0011	11,3032	0,0000
Nusa Tenggara Timur	1,2224	7,5400	0,0000	0,0010	12,0039	0,0000
Kalimantan Barat	1,4949	9,4914	0,0000	0,0010	7,4192	0,0000
Kalimantan Tengah	1,2409	9,0660	0,0000	0,0013	16,1270	0,0000
Kalimantan Selatan	1,7269	14,3927	0,0000	0,0009	9,4270	0,0000
Kalimantan Timur	1,4852	9,3485	0,0000	0,0010	7,8506	0,0000
Kalimantan Utara	1,3265	11,0158	0,0000	0,0013	11,9397	0,0000
Sulawesi Utara	1,2921	10,8779	0,0000	0,0012	11,2639	0,0000
Sulawesi Tengah	1,2078	8,1726	0,0000	0,0013	15,6191	0,0000
Sulawesi Selatan	1,1615	5,9515	0,0000	0,0014	13,8656	0,0000



Lampiran 16 (Lanjutan)

Provinsi	$\hat{\beta}_2$	$t_{hit}(\hat{\beta}_2)$	p -value ($\hat{\beta}_2$)	$\hat{\beta}_3$	$t_{hit}(\hat{\beta}_3)$	p -value ($\hat{\beta}_3$)
Sulawesi Tenggara	1,7954	13,2430	0,0000	0,0008	7,9104	0,0000
GORONTALO	1,2949	11,2906	0,0000	0,0012	12,2664	0,0000
Sulawesi Barat	1,2149	8,2973	0,0000	0,0014	16,5310	0,0000
Maluku	1,3881	8,1382	0,0000	0,0009	6,5966	0,0000
Maluku Utara	1,2894	11,1383	0,0000	0,0013	12,3394	0,0000
Papua Barat	1,6333	11,6284	0,0000	0,0010	9,3291	0,0000
Papua	1,9951	13,5635	0,0000	0,0010	10,6315	0,0000

Lampiran 17 Pengujian Signifikansi Parameter GWPR dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Tricube*

Provinsi	$\hat{\beta}_0$	$t_{hit}(\hat{\beta}_0)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_0)$	$\hat{\beta}_1$	$t_{hit}(\hat{\beta}_1)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_1)$
Aceh	-7,41E-12	-2,81E-10	1,0000	0,5944	2,5003	0,015
Sumatera Utara	1,76E-11	8,91E-10	1,0000	0,9988	8,2157	0,0000
Sumatera Barat	6,37E-12	2,28E-10	1,0000	0,6358	3,7569	0,0000
Riau	3,99E-12	1,50E-10	1,0000	1,0267	5,2905	0,0000
Jambi	-1,88E-11	-7,42E-10	1,0000	0,9398	4,1927	0,0000
Sumatera Selatan	1,03E-12	4,26E-11	1,0000	0,9588	6,0112	0,0000
Bengkulu	-7,19E-12	-3,73E-10	1,0000	0,9644	6,9494	0,0000
Lampung	1,32E-11	5,06E-10	1,0000	1,0881	5,1646	0,0000
Kep. Bangka Belitung	8,05E-12	3,95E-10	1,0000	0,8645	7,4412	0,0000
Kepulauan Riau	-5,89E-12	-2,26E-10	1,0000	0,5988	2,7297	0,009
DKI Jakarta	5,39E-12	2,61E-10	1,0000	1,4189	7,5705	0,0000
Jawa Barat	2,56E-12	1,18E-10	1,0000	1,4527	7,5181	0,0000
Jawa Tengah	-4,41E-11	-1,69E-09	1,0000	1,3063	9,2650	0,0000
D I Yogyakarta	-3,19E-11	-1,53E-09	1,0000	1,1360	11,3959	0,0000
Jawa Timur	3,24E-12	1,53E-10	1,0000	1,0426	7,4222	0,0000
Banten	1,00E-11	4,62E-10	1,0000	1,3728	7,0459	0,0000



Lampiran 17 (Lanjutan)

Provinsi	$\hat{\beta}_0$	$t_{hit}(\hat{\beta}_0)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_0)$	$\hat{\beta}_1$	$t_{hit}(\hat{\beta}_1)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_1)$
Bali	-2,41E-11	-1,18E-09	1,0000	1,2069	12,0989	0,0000
Nusa Tenggara Barat	-2,87E-11	-1,14E-09	1,0000	0,9787	7,4000	0,0000
Nusa Tenggara Timur	-2,36E-11	-1,17E-09	1,0000	1,1946	12,0949	0,0000
Kalimantan Barat	4,43E-12	1,78E-10	1,0000	1,0036	5,9413	0,0000
Kalimantan Tengah	-4,96E-12	-2,44E-10	1,0000	0,9073	10,5236	0,0000
Kalimantan Selatan	-7,07E-12	-3,72E-10	1,0000	0,9255	6,6867	0,0000
Kalimantan Timur	-1,27E-12	-5,21E-11	1,0000	1,0556	6,0975	0,0000
Kalimantan Utara	1,55E-11	7,49E-10	1,0000	0,9439	7,4415	0,0000
Sulawesi Utara	1,68E-11	8,24E-10	1,0000	1,0294	8,2660	0,0000
Sulawesi Tengah	-2,61E-12	-1,21E-10	1,0000	0,9400	10,5056	0,0000
Sulawesi Selatan	1,25E-12	4,41E-11	1,0000	0,8647	5,3942	0,0000
Sulawesi Tenggara	-1,05E-12	-4,64E-11	1,0000	0,9618	6,4419	0,0000
Gorontalo	1,78E-11	9,08E-10	1,0000	1,0164	8,3798	0,0000
Sulawesi Barat	-1,71E-11	-7,46E-10	1,0000	0,8624	7,5363	0,0000
Maluku	1,99E-11	7,35E-10	1,0000	1,3646	7,0671	0,0000
Maluku Utara	1,81E-11	9,14E-10	1,0000	1,0062	8,2655	0,0000



Lampiran 17 (Lanjutan)

Provinsi	$\hat{\beta}_0$	$t_{hit}(\hat{\beta}_0)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_0)$	$\hat{\beta}_1$	$t_{hit}(\hat{\beta}_1)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_1)$
Papua Barat	-1,34E-11	-6,48E-10	1,0000	0,8825	5,5584	0,0000
Papua	1,13E-11	3,94E-10	1,0000	0,8115	3,3995	0,0010

Provinsi	$\hat{\beta}_2$	$t_{hit}(\hat{\beta}_2)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_2)$	$\hat{\beta}_3$	$t_{hit}(\hat{\beta}_3)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_3)$
Aceh	2,0197	10,3312	0,0000	0,0009	6,1407	0,0000
Sumatera Utara	1,2965	11,0792	0,0000	0,0013	12,2471	0,0000
Sumatera Barat	1,4592	8,0972	0,0000	0,0012	10,2888	0,0000
Riau	1,4782	8,2540	0,0000	0,0009	7,9698	0,0000
Jambi	1,5496	8,0231	0,0000	0,0010	7,4063	0,0000
Sumatera Selatan	1,7910	12,2124	0,0000	0,0008	7,3529	0,0000
Bengkulu	1,7273	14,2700	0,0000	0,0009	9,0951	0,0000
Lampung	1,3376	6,2116	0,0000	0,0010	8,3956	0,0000
Kep. Bangka Belitung	1,3334	9,1914	0,0000	0,0013	14,7485	0,0000
Kepulauan Riau	1,9315	10,7007	0,0000	0,0009	6,6025	0,0000
DKI Jakarta	1,1808	6,7586	0,0000	0,0009	8,6093	0,0000



Lampiran 17 (Lanjutan)

Provinsi	$\hat{\beta}_2$	$t_{hit}(\hat{\beta}_2)$	p -value ($\hat{\beta}_2$)	$\hat{\beta}_3$	$t_{hit}(\hat{\beta}_3)$	p -value ($\hat{\beta}_3$)
Jawa Barat	1,1514	6,3677	0,0000	0,0009	8,6419	0,0000
Jawa Tengah	0,8807	3,6872	0,0010	0,0011	10,7126	0,0000
D I Yogyakarta	1,0724	6,4934	0,0000	0,0011	12,9616	0,0000
Jawa Timur	1,1262	6,5514	0,0000	0,0011	12,3511	0,0000
Banten	1,2408	6,7417	0,0000	0,0008	7,7461	0,0000
Bali	1,2028	7,3416	0,0000	0,0010	12,0637	0,0000
Nusa Tenggara Barat	1,0428	4,6755	0,0000	0,0011	11,0966	0,0000
Nusa Tenggara Timur	1,2027	7,4095	0,0000	0,0010	12,1364	0,0000
Kalimantan Barat	1,4990	9,3379	0,0000	0,0010	7,1847	0,0000
Kalimantan Tengah	1,2405	9,0169	0,0000	0,0013	16,0594	0,0000
Kalimantan Selatan	1,7284	14,3349	0,0000	0,0009	9,3772	0,0000
Kalimantan Timur	1,4769	9,0490	0,0000	0,0010	7,8287	0,0000
Kalimantan Utara	1,3140	10,8413	0,0000	0,0013	11,8863	0,0000
Sulawesi Utara	1,2878	10,7929	0,0000	0,0012	11,2892	0,0000
Sulawesi Tengah	1,2050	8,0652	0,0000	0,0013	15,4459	0,0000
Sulawesi Selatan	1,1466	5,6777	0,0000	0,0015	13,6444	0,0000



Lampiran 17 (Lanjutan)

Provinsi	$\hat{\beta}_2$	$t_{hit}(\hat{\beta}_2)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_2)$	$\hat{\beta}_3$	$t_{hit}(\hat{\beta}_3)$	$p\text{-value}(\hat{\beta}_3)$
Sulawesi Tenggara	1,7898	13,0143	0,0000	0,0008	7,8685	0,0000
GORONTALO	1,2939	11,1001	0,0000	0,0012	12,1326	0,0000
Sulawesi Barat	1,2379	8,3384	0,0000	0,0014	16,1599	0,0000
Maluku	1,3868	7,8500	0,0000	0,0009	6,3580	0,0000
Maluku Utara	1,2885	10,9828	0,0000	0,0013	12,1952	0,0000
Papua Barat	1,6269	11,4513	0,0000	0,0010	9,2453	0,0000
Papua	1,9615	12,8220	0,0000	0,0010	10,5240	0,0000

Lampiran 18 Syntax Software R

```
#Library
library(rmarkdown)
library(spdep)
library(lmtest)
library(plm)
library(car)
library(GWmodel)
library(tseries)
library(lmtest)

#Ambil data
data.GWPR <- read.csv("D:/skripsi/olah data/fixdataipmindo.csv")
attach(data.GWPR)
data.GWPR
Y <- data.GWPR$IPM
X1 <- data.GWPR$UHH
X2 <- data.GWPR$HLS
X3 <- data.GWPR$PENGELUARAN
ID <- data.GWPR$ID
Tahun <- data.GWPR$Tahun

#Regresi linier berganda
rlb <- lm(Y~X1+X2+X3,data=data.GWPR)
summary(rlb)
sisaanRLB <- resid(rlb)

#Uji Multikolinearitas
multikol <- as.data.frame(vif(rlb))
multikol

#Regresi data panel
#Model CEM
model1panel <-
plm(Y~0+X1+X2+X3,data.GWPR,model="pooling",index=c("ID","Tahun"))
summary(model1panel)

#Model Fixed (FEM)
model2panel <-
plm(Y~0+X1+X2+X3,data.GWPR,model="within",index=c("ID","Tahun"))
summary(model2panel)
model2panel$df.residual

#Model Random (REM)
model3panel <-
plm(Y~0+X1+X2+X3,data.GWPR,model="random",index=c("ID","Tahun"))
summary(model3panel)

#(Menggunakan Y~0+... untuk melakukan regresi melalui titik asal)

#Uji pemilihan model
#Uji Chow
pFtest(model2panel,model1panel)
#Uji Hausman
phtest(model2panel,model3panel)

#Asumsi FEM
#Uji normalitas
galat <- resid(model2panel)
```



Lampiran 18 (Lanjutan)

```
jarque.bera.test(galat)
#Uji homoskedastisitas
bptest(model2panel)
#Uji autokorelasi
pwartest(model2panel)

#Memanggil data transformasi GWR Panel
data.trans.GWPR <- read.csv("D:/skripsi/olah data/fixtransipm.csv")
data.trans.GWPR <- as.data.frame(data.trans.GWPR)
head(data.trans.GWPR)
str(data.trans.GWPR)

#Pemodelan GWR Panel
#Mengubah data ke spasial titik data frame
data.sp.GWPR=data.trans.GWPR
coordinates(data.sp.GWPR)=3:4 #kolom longlat
class(data.sp.GWPR)
head(data.sp.GWPR)

#Jarak Euclidean
u=as.matrix(data.GWPR$Latitude[1:34])
i=nrow(u)
v=as.matrix(data.GWPR$Longitude[1:34])
j=nrow(v)
jarak<-matrix(nrow=34,ncol=34)
for(i in 1:34)
  for(j in 1:34)
  {
    jarak[i,j]=sqrt((u[i,]-u[j,])**2+(v[i,]-v[j,])**2)
  }
write.table(cbind(jarak),file="D:/skripsi/olah data/fixjarakeuclidean.csv")

#Koordinat
library(spgwr)
latlong=cbind(data.GWPR$Lat,data.GWPR$Long)

#ADAPTIVE GAUSSIAN
bwd.GWPR1 <- bw.gwr(IPM~UHH+HLS+PENGELOARAN, data=data.sp.GWPR,
approach="CV", kernel="gaussian", adaptive=T)
hasil.GWPR1 <- gwr.basic(IPM~UHH+HLS+PENGELOARAN, data=data.sp.GWPR,
bw=bwd.GWPR1, kernel="gaussian", adaptive=T)
hasil.GWPR1
bwd.lokasiA1 <-
gw.adapt(dp=latlong,fp=latlong,quant=hasil.GWPR1$GW.arguments$bw/272)
bwd.lokasiA1 <- as.data.frame(bwd.lokasiA1)
parameter.GWPR1 <- as.data.frame(hasil.GWPR1$SDF[,1:4]),-5:-6]
p.value.GWPR1 <- gwr.t.adjust(hasil.GWPR1$results$p
thit.GWPR1 <- as.data.frame(hasil.GWPR1$SDF[,14:17]),-5:-6]
write.table(cbind(bwd.lokasiA1,parameter.GWPR1,thit.GWPR1,p.value.GWPR1),
file="D:/adaptivegaussian.csv")

#ADAPTIVE BISQUARE
bwd.GWPR2 <- bw.gwr(IPM~UHH+HLS+PENGELOARAN, data=data.sp.GWPR,
approach="CV", kernel="bisquare", adaptive=T)
```

Lampiran 18 (Lanjutan)

```
hasil.GWPRA2 <- gwr.basic(IPM~UHH+HLS+PENGLUARAN, data=data.sp.GWPR,
bw=bwd.GWPRA2, kernel="bisquare", adaptive=T)
hasil.GWPRA2
bwd.lokasiA2 <-
gw.adapt(dp=latlong, fp=latlong, quant=hasil.GWPRA2$GW.arguments$bw/272)
bwd.lokasiA2 <- as.data.frame(bwd.lokasiA2)
parameter.GWPRA2 <- as.data.frame(hasil.GWPRA2$SDF[,1:4]), -5:-6]
p.value.GWPRA2 <- gwr.t.adjust(hasil.GWPRA2)$results$p
thit.GWPRA2 <- as.data.frame(hasil.GWPRA2$SDF[,14:17]), -5:-6]
write.table(cbind(bwd.lokasiA2, parameter.GWPRA2, thit.GWPRA2, p.value.GWPRA2),
file="D:/adaptivebisquare.csv")

#ADAPTIVE TRICUBE
bwd.GWPRA3 <- bw.gwr(IPM~UHH+HLS+PENGLUARAN, data=data.sp.GWPR,
approach="CV", kernel="tricube", adaptive=T)
hasil.GWPRA3 <- gwr.basic(IPM~UHH+HLS+PENGLUARAN, data=data.sp.GWPR,
bw=bwd.GWPRA3, kernel="tricube", adaptive=T)
hasil.GWPRA3
bwd.lokasiA3 <-
gw.adapt(dp=latlong, fp=latlong, quant=hasil.GWPRA3$GW.arguments$bw/272)
bwd.lokasiA3 <- as.data.frame(bwd.lokasiA3)
parameter.GWPRA3 <- as.data.frame(hasil.GWPRA3$SDF[,1:4]), -5:-6]
p.value.GWPRA3 <- gwr.t.adjust(hasil.GWPRA3)$results$p
thit.GWPRA3 <- as.data.frame(hasil.GWPRA3$SDF[,14:17]), -5:-6]
write.table(cbind(bwd.lokasiA3, parameter.GWPRA3, thit.GWPRA3,
p.value.GWPRA3), file="D:/adaptivetricube.csv")

#Heterogenitas spasial A1
reg.data.terkoreksi <- lm(IPM~UHH+HLS+PENGLUARAN, data=data.trans.GWPR)
sisaan.terkoreksi <- resid(reg.data.terkoreksi)
hetspas <- read.csv("D:/skripsi/olah272/hetspasstd.csv")
zi=cbind(hetspas)
z=as.matrix(zi)
dataWA1 <- read.csv("D:/skripsi/olah272/fixWA1.csv")
WA1=cbind(dataWA1)
WA1=as.matrix(WA1)
fi=((sisaan.terkoreksi^2)/(sum(sisaan.terkoreksi^2)/34))-1
f=as.matrix(fi)
tf=t(f)
tz=t(z)
iz=solve(tz%*%z)
tWA1=t(WA1)
WA12=(tWA1%*%WA1)+WA1^2
TWA1=sum(diag(WA12))
e=as.matrix(sisaan.terkoreksi)
te=t(e)
BPA1=0.5%*tf%*z%*iz%*tz%*f+(1/TWA1)%*((te%*WA1%*e)/var(sisaan.terkor
eksi)^2)
BPA1

#Heterogenitas spasial A2
dataWA2 <- read.csv("D:/skripsi/olah272/fixWA2.csv")
WA2=cbind(dataWA2)
WA2=as.matrix(WA2)
tWA2=t(WA2)
```



```
WA22=(tWA2%*WA2)+WA2^2
```

Lampiran 18 (Lanjutan)

```
TWA2=sum(diag(WA22))
BPA2=0.5%*tf%*z%*iz%*tz%*f+(1/TWA2)%*((te%*WA2%*e)/var(sisaan.terkor
eksi))^2
BPA2
pA2=pchisq(BPA2,4,ncp=0,lower.tail=T)
pA2
#Heterogenitas spasial A3
dataWA3 <- read.csv("D:/skripsi/olah272/fixWA3.csv")
WA3i=cbind(dataWA3)
WA3=as.matrix(WA3i)
tWA3=t(WA3)
WA32=(tWA3%*WA3)+WA3^2
TWA3=sum(diag(WA32))
BPA3=0.5%*tf%*z%*iz%*tz%*f+(1/TWA3)%*((te%*WA3%*e)/var(sisaan.terkor
eksi))^2
BPA3
pA3=pchisq(BPA3,4,ncp=0,lower.tail=T)
pA3
```

