

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Deskriptif

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini berupa data Indeks Pembangunan Manusia (IPM) dan faktor-faktor yang mempengaruhi, yaitu: Angka Harapan Hidup (AHH), Rata-rata Lama Sekolah (RLS), Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK), Jumlah Penduduk Miskin (JPM), dan Presentase Penduduk Miskin dengan Pendidikan Terakhir SLTA (PPM). Deskripsi setiap peubah disajikan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif

Peubah	Rata-Rata	Nilai Minimum	Kab/Kota dengan Nilai Minimum	Nilai Maksimum	Kab/Kota dengan Nilai Maksimum
IPM	69.113	58.180	Kab Sampang	80.050	Kota Malang
AHH	70.957	65.730	Kab Bondowoso	73.850	Kota Surabaya
RLS	12.770	11.090	Kab Sampang	15.230	Kota Malang
TPAK	68.221	60.560	Kota Malang	80.640	Kab Pacitan
JPM	133679	8300	Kota Mojokerto	288600	Kab Kediri
PPM	14	2.04	Kab Bangkalan	42.87	Kota Madiun

IPM adalah ukuran kualitas hidup yang dibangun melalui tiga pendekatan dasar, yaitu umur yang panjang, pengetahuan, dan standar hidup layak. IPM juga merupakan indikator keberhasilan pemerintah dalam menerapkan kebijakan pembangunan sosial maupun ekonomi. Semakin tinggi IPM suatu wilayah maka tingkat kesejahteraan dan pertumbuhan ekonomi di wilayah itu semakin tinggi pula. Rata-rata IPM di Jawa Timur tahun 2015 adalah 69.11, dengan IPM tertinggi pada Kota Malang yakni 80.05 dan IPM terendah adalah di Kabupaten Sampang yakni 58.15.

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa rata-rata Angka Harapan Hidup (AHH) tiap kabupaten/kota adalah sebesar 70.96 tahun. Kota Surabaya memiliki Angka Harapan Hidup paling tinggi sebesar 73.85 tahun, sedangkan Kabupaten Bondowoso memiliki nilai

Angka Harapan Hidup terendah sebesar 65.73 tahun. Rata-rata Lama Sekolah (RLS) tiap kab/kota adalah sebesar 12.77 tahun, dengan rata-rata lama sekolah tertinggi terdapat di Kota Malang yakni selama 15.23 tahun dan rata-rata lama sekolah terendah di Kabupaten Sampang yakni selama 11.09 tahun.

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui pula bahwa rata-rata Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) kab/kota di Provinsi Jawa Timur adalah 68.221%. Tingkat partisipasi angkatan kerja tertinggi terdapat di Kabupaten Pacitan yakni sebesar 80.640%. Kota Malang mempunyai tingkat partisipasi angkatan kerja terendah di Jawa Timur yakni sebesar 60.560%. Jumlah Penduduk Miskin (JPM) di Jawa Timur mempunyai rata-rata sebesar 13.3679.000 jiwa, dengan jumlah penduduk miskin berada di Kab Kediri yakni sebesar 288.600.000 jiwa, sedangkan jumlah penduduk miskin terendah berada di Kabupaten Mojokerto yakni sebesar 8.300.000 jiwa. Presentase Penduduk Miskin dengan Pendidikan Terakhir SLTA (PPM) kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur mempunyai rata-rata 14%. Kota Madiun mempunyai presentase penduduk miskin dengan pendidikan terakhir SLTA tertinggi yakni 42.87%, sedangkan Kabupaten Bangkalan mempunyai persentase terendah yakni 2.04%.

4.2 Uji Asumsi Non Multikolinieritas

Uji asumsi multikolinieritas digunakan untuk mengetahui ada tidaknya korelasi antar variabel prediktor. Uji asumsi nonmultikolinieritas dapat dilakukan dengan melihat nilai *Variance Inflation Factor* (VIF). Jika nilai VIF lebih kecil dari 10, maka asumsi nonmultikolinieritas terpenuhi, artinya tidak terdapat korelasi antar variabel prediktor. Nilai VIF variabel prediktor pada penelitian ini disajikan pada tabel 4.2. Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa nilai VIF semua variabel prediktor lebih kecil dari 10, sehingga disimpulkan bahwa tidak ada multikolinieritas antar variabel prediktor.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Asumsi Non Multikolinieritas

Peubah Prediktor	Nilai VIF	Keterangan
AHH	1.46	tidak ada multikolinieritas
RLS	2.74	tidak ada multikolinieritas
TPAK	1.22	tidak ada multikolinieritas
JPM	1.98	tidak ada multikolinieritas
PPM	2.15	tidak ada multikolinieritas

4.3 Uji Asumsi Heterogenitas Spasial

Pengujian asumsi heterogenitas dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya keragaman antar lokasi setiap peubah. Apabila terdapat keragaman antar lokasi maka analisis regresi biasa kurang cocok digunakan, karena analisis regresi mengabaikan adanya pengaruh lokasi. Pengujian heterogenitas spasial dilakukan dengan menggunakan statistik uji *Breush-Pagan*. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_n^2 = \sigma^2$ (tidak ada heterogenitas spasial)

H_1 : minimal terdapat satu i dimana $\sigma_i^2 \neq \sigma^2, i=1,2, \dots, n$ (terdapat heterogenitas spasial)

Statistik uji *Breush Pagan* menggunakan fungsi pembobot *fixed bisquare kernel* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 BP &= \frac{1}{2} \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} + \left(\frac{\mathbf{1}}{T} \right) \left(\frac{\mathbf{e}' \mathbf{W} \mathbf{e}}{\sigma^2} \right)^2 \\
 &= \frac{1}{2} (21.627) + \left(\frac{1}{723.286} \right) (29.863)^2 \\
 &= 12.046
 \end{aligned}$$

Nilai $P(BP \geq 12.046) = 0.061$ dan nilai titik kritis $\chi^2_{(0.10,6)}$ adalah 10.645. Hasil pengujian heterogenitas spasial pada data IPM di Jawa Timur Tahun 2015 menghasilkan keputusan tolak H_0 , karena statistik uji BP bernilai lebih besar dari titik kritis $\chi^2_{(0.1,6)}$ dan *p-value* kurang dari $\alpha=0.1$. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa terdapat

pengaruh heterogenitas spasial pada data IPM di kota/kabupaten Provinsi Jawa Timur.

4.4 Model GWR dengan Pembobot *Fixed Kernel*

Pemodelan GWR membutuhkan matriks pembobot setiap kota/kabupaten untuk melakukan pendugaan parameter model. Pembobot *fixed kernel* yang digunakan adalah *fixed bisquare kernel* dan *fixed Gaussian kernel*. Penentuan matriks pembobot *fixed kernel* membutuhkan *bandwidth (h)* yang dipilih berdasarkan nilai *Cross Validation (CV)* minimum. Nilai *bandwidth* optimum yang didapatkan untuk pembobot *fixed bisquare kernel* sebesar 165096.864 dengan nilai CV minimum 3.189, sedangkan *bandwidth* optimum untuk pembobot *fixed Gaussian kernel* adalah 32240.874 dengan CV minimum sebesar 2.879. Nilai *bandwidth* secara lengkap disajikan pada Lampiran 5.

Selain membutuhkan nilai *bandwidth* optimum, penentuan matriks pembobot *fixed bisquare kernel* juga membutuhkan nilai jarak *Euclidean*. Jarak *Euclidean (d_{ij})* lokasi (u_i, v_i) ke semua lokasi untuk setiap kabupaten/kota di Jawa Timur dapat dilihat pada Lampiran 4. Matriks pembobot *fixed bisquare kernel* diperoleh dari hasil substitusi *bandwidth* dan jarak *Euclidean* setiap lokasi (u_i, v_i) . Matriks pembobot di lokasi (u_i, v_i) adalah matriks diagonal $W_{(u_i, v_i)}$ sesuai persamaan 2.22. Matriks pembobot yang diperoleh dapat dilihat pada Lampiran 6. Tabel 4.3 merupakan jarak *Euclidean* dan nilai pembobot dengan menggunakan pembobot *fixed bisquare kernel* dan *fixed Gaussian kernel* untuk Kota Malang.

Dari Tabel 4.3 diketahui bahwa jarak terdekat dari Kota Malang adalah Kabupaten Malang, yakni sejauh 16398.92 meter. Sedangkan jarak terjauh dari Kota Malang adalah 225025.68 meter. Matriks pembobot *fixed bisquare kernel* untuk Kota Malang adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mathbf{W}(u_{32}, v_{32}) &= \text{diag}[w_1(u_{32}, v_{32}), w_1(u_{32}, v_{32}), \dots, w_n(u_{32}, v_{32})] \\ &= \text{diag}[0.02 \quad 0.179 \quad 0.281 \quad 0.550 \quad \dots \quad 0.971] \end{aligned}$$

Sedangkan pembobot *fixed Gaussian kernel* untuk Kota Malang adalah:

$$\begin{aligned} \mathbf{W}(u_{32}, v_{32}) &= \text{diag}[w_1(u_{32}, v_{32}), w_1(u_{32}, v_{32}), \dots, w_n(u_{32}, v_{32})] \\ &= \text{diag}[0.113 \quad 0.576 \quad 0.176 \quad \dots \quad 0.002] \end{aligned}$$

Tabel 4.3 Jarak *Euclidean* (d_{ij}) dan pembobot *fixed kernel* untuk Kota Malang.

Kab/kota	d_{ij} (meter)	W_{ij} (<i>fixed bisquare kernel</i>)	W_{ij} (<i>fixed gaussian kernel</i>)
kab Pacitan	161414.392	0.002	0.113
kab Ponorogo	125411.898	0.179	0.576
kab Trenggalek	113140.937	0.281	0.176
kab Tulungagung	83906.012	0.550	0.118
kab Blitar	46982.735	0.845	0.012
kab Kediri	62538.630	0.734	0.126
kab Malang	16398.916	0.980	0
kab Lumajang	57613.673	0.771	0
kab Jember	115925.875	0.257	0
kab Banyuwangi	178180.047	0	0
kab Bondowoso	144670.224	0.054	0
kab Situbondo	157466.350	0.008	0
kab Probolinggo	76520.627	0.616	0
kab Pasuruan	33816.684	0.918	0
kab Sidoarjo	58747.861	0.763	0
kab Mojokerto	50300.497	0.823	0.005
kab Jombang	63085.646	0.729	0.041
kab Nganjuk	87769.976	0.514	0.374
kab Madiun	116087.323	0.255	0.925
kab Magetan	145244.122	0.051	0.835
kab Ngawi	154624.668	0.015	0.663
kab Bojonegoro	121289.900	0.212	0.281
kab Tuban	140073.966	0.078	0.032
kab Lamongan	100762.010	0.394	0.007
kab Gresik	116822.876	0.249	0
kab Bangkalan	108312.005	0.324	0

Lanjutan Tabel 4.3

Kab/kota	d_{ij} (meter)	W_{ij} (<i>fixed bisquare kernel</i>)	W_{ij} (<i>fixed gaussian kernel</i>)
kab Sampang	123272.883	0.196	0
kab Pamekasan	139235.885	0.083	0
kab Sumenep	225025.676	0	0
Kota Kediri	70528.779	0.668	0.199
Kota Blitar	53379.123	0.802	0.026
Kota Malang	0	1.000	0
Kota Probolinggo	66642.969	0.701	0
Kota Pasuruan	47171.061	0.843	0
Kota Mojokerto	60256.683	0.751	0.007
Kota Madiun	128076.217	0.158	1.000
Kota Surabaya	78464.323	0.599	0
Kota Batu	19986.140	0.971	0.002

4.4.1 Pendugaan Parameter

Pendugaan parameter model GWR di setiap kabupaten/kota dilakukan dengan menggunakan metode *Weighted Least Square* (WLS) dengan prinsip meminimkan jumlah kuadrat galat. Sehingga pendugaan parameter model GWR untuk setiap lokasi ke- i dilakukan menggunakan persamaan (2.7).

Pembobot yang berbeda pada masing-masing lokasi dapat menyebabkan nilai pendugaan parameter model GWR yang berbeda. Pendugaan parameter model GWR dengan fungsi pembobot *fixed bisquare kernel* dan *fixed Gaussian kernel* untuk setiap lokasi ke- i dapat dilihat pada Lampiran 7. Hasil pendugaan parameter fungsi pembobot *fixed bisquare kernel* disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Ringkasan Nilai Duga Parameter Model GWR dengan pembobot *Fixed Kernel*

Peubah	Fixed Bisquare Kernel			Fixed Gaussian Kernel		
	Rata-rata	Min	Maks	Rata-rata	Min	Maks
Intersep	-13.614	-47.107	48.188	-11.781	133.086	67.004
AHH	0.911	0.194	1.664	0.930	-0.037	3.267
RLS	1.739	-8.633	3.575	1.243	-7.209	4.282
TPAK	-0.088	-0.382	1.346	-0.035	-0.569	1.189
JPM	0.000006	0.000068	0.00001	0.000008	0.00005	0.000007
PPM	0.202	0.137	0.592	0.205	0.053	0.053

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat diketahui bahwa nilai duga untuk parameter AHH pada model GWR dengan fungsi pembobot *fixed bisquare kernel* memiliki nilai minimum sebesar 0.914 yaitu pada Kabupaten Sumenep dan nilai maksimum sebesar 1.664 yaitu pada Kabupaten Tuban. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya pengaruh Angka Harapan Hidup (AHH) terhadap Indeks Pembangunan Manusia di 38 Kabupaten dan Kota Provinsi Jawa Timur berkisar antara 0.914 sampai 1.664. Penduga parameter untuk variabel lain baik dengan pembobot *fixed bisquare kernel* dan *fixed Gaussian kernel* mempunyai interpretasi yang sama.

4.4.2 Uji Serentak

Pengujian parameter secara simultan berdasarkan hipotesis:

$H_0: \beta_1(u_i, v_i) = \dots = \beta_k(u_i, v_i) = 0$ (tidak terdapat perbedaan antara model GWR dengan model regresi linier berganda)

H_1 : paling sedikit ada satu $\beta_k(u_i, v_i) \neq 0$ (model GWR dengan model regresi linier berganda berbeda)

Tabel 4.5 Uji Serentak Model GWR dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel*.

Sumber	db	JK	KT	Fhitung	p-value
OLS Residual	32.000	86.657			
GWR Improvement	11.944	57.757	4.501		
GWR Residual	20.056	32.900	1.640	2.743*	0.0305

*: signifikan pada $\alpha = 5\%$

Titik kritis $F_{(0.1,11.944,20.056)}$ adalah 1.913 dan nilai p -value yang signifikan pada taraf nyata 5%. Berdasarkan tabel 4.5 nilai statistik uji F sebesar 2.743 lebih besar dari titik kritis $F_{(0.1,11.944,20.056)}$ yang berarti tolak H_0 , sehingga dapat disimpulkan bahwa model GWR dengan fungsi pembobot *fixed bisquare kernel* memiliki perbedaan yang signifikan dengan model regresi linier berganda.

Sedangkan uji serentak model GWR dengan pembobot *fixed Gaussian kernel* disajikan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Uji Serentak Model GWR dengan Pembobot *Fixed Bisquare Kernel*.

Sumber	db	JK	KT	Fhitung	p -value
OLS Residual	32.000	86.657			
GWR Improvement	25.879	80.414	3.107		
GWR Residual	6.121	6.243	1.020	3.046*	0.0843

*: signifikan pada $\alpha = 10\%$

Nilai statistik uji F sebesar 2.743 dengan p -value yang signifikan pada taraf nyata 10%. Nilai statistik uji F lebih besar dari titik kritis $F_{(0.1,11.944,20.056)} = 2.815$ yang berarti tolak H_0 , sehingga dapat dikatakan model GWR dengan fungsi pembobot *fixed Gaussian kernel* memiliki perbedaan yang signifikan dengan model regresi linier berganda. Dari kedua uji serentak dapat dikatakan variabel prediktor secara bersama-sama berpengaruh pada IPM kabupaten/kota Provinsi Jawa Timur, baik pada model GWR dengan fungsi pembobot *fixed bisquare kernel* maupun model GWR dengan fungsi pembobot *fixed Gaussian kernel*.

4.4.3 Uji Parsial

Pengujian parameter secara parsial dilakukan untuk mengetahui parameter apa saja yang berpengaruh signifikan terhadap respon untuk tiap lokasi. Hipotesis yang digunakan adalah:

$$H_0: \beta_k(u_i, v_i) = 0 \text{ (variabel } x_k \text{ tidak berpengaruh pada lokasi ke-}i\text{)}$$

$H_1: \beta_k(u_i, v_i) \neq 0, \quad k = 1, 2, \dots, p$ (variabel x_k berpengaruh pada lokasi ke- i)

Hasil statistik uji t yang diperoleh dibandingkan dengan titik kritis $t_{\frac{\alpha}{2}, \frac{\delta_1^2}{\delta_2}}$, apabila nilai statistik uji $|t_{hitung}| > t_{\frac{\alpha}{2}, \frac{\delta_1^2}{\delta_2}}$ maka H_0 ditolak dan diperoleh kesimpulan bahwa parameter ke- k signifikan pada lokasi ke- i . Dengan membandingkan nilai statistik uji t dengan titik kritis $t_{0.05, 26.951} = 1.706$ diperoleh parameter-parameter yang signifikan pada setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur pada model GWR dengan fungsi pembobot *fixed bisquare kernel*. Pada taraf nyata 10% variabel yang signifikan di setiap kabupaten/kota dapat dilihat pada Lampiran 13.

Titik kritis untuk model GWR dengan fungsi pembobot *fixed Gaussian kernel* adalah $t_{0.05, 26.951} = 1.943$. Pada taraf nyata 10% variabel yang signifikan pada setiap lokasi dapat dilihat pada Lampiran 14.

4.4.4 Uji Variabilitas Spasial

Pengujian variabilitas spasial dilakukan pada masing-masing koefisien lokal untuk mengetahui koefisien mana yang mempunyai pengaruh lokasi yang nyata dan tidak. Untuk menguji variabilitas koefisien ke- k , perbandingan model dilakukan antara model GWR dan model dimana koefisien ke- k diasumsikan konstan sementara koefisien yang lain bervariasi spasial.

Sebagai ilustrasi untuk menguji variabilitas spasial dari $\beta_1(u_i, v_i)$ dilakukan perbandingan antara model:

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i)x_{1i} + \beta_2(u_i, v_i)x_{2i} + \beta_3(u_i, v_i)x_{3i} + \beta_4(u_i, v_i)x_{4i} + \beta_5(u_i, v_i)x_{5i} + \varepsilon_i$$

dan

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \beta_1 x_{1i} + \beta_2(u_i, v_i)x_{2i} + \beta_3(u_i, v_i)x_{3i} + \beta_4(u_i, v_i)x_{4i} + \beta_5(u_i, v_i)x_{5i} + \varepsilon_i$$

Dengan hipotesis uji:

$$H_0: \beta_1(u_i, v_i) = \beta_1 \quad (\text{variabel } x_k \text{ bersifat global})$$

$$H_1: \beta_1(u_i, v_i) \neq \beta_1, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (\text{variabel } x_k \text{ bersifat lokal})$$

Jika $F_{hitung} > F_{0.1;df_1,df_2}$, maka H_0 akan ditolak yang berarti bahwa koefisien tersebut mempunyai pengaruh lokasi yang nyata. Hasil pengujian variabilitas untuk masing-masing koefisien dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.7 Uji Variabilitas Spasial Model GWR *Fixed Kernel*

Koefisien	<i>fixed bisquare kernel</i>		<i>fixed gaussian kernel</i>	
	F_{hitung}	p -value	F_{hitung}	p -value
$\beta_0(u_i, v_i)$	158.40*	0	100.70*	0.0000002
$\beta_1(u_i, v_i)$	77.20*	0.0000001	100.82*	0.0000015
$\beta_2(u_i, v_i)$	7.83*	0.0104822	122.38*	0.0000006
$\beta_3(u_i, v_i)$	22.37*	0.0001016	6899.49*	0
$\beta_4(u_i, v_i)$	3.29*	0.083455	2.38	0.153615
$\beta_5(u_i, v_i)$	1.58	0.2223671	2.44	0.1497151

*signifikan pada taraf nyata 10%.

Berdasarkan tabel di atas model GWR dengan pembobot *fixed bisquare kernel* mempunyai beberapa variabel yang memiliki pengaruh lokasi nyata, yakni AHH, RLS, TPAK dan JPM, sedangkan PPM tidak mempunyai pengaruh lokasi yang nyata sehingga diasumsikan sebagai variabel global. Pada model GWR dengan pembobot *fixed Gaussian kernel* variabel yang diasumsikan global adalah JPM dan PPM karena tidak mempunyai pengaruh lokasi yang nyata, sedangkan variabel lainnya yaitu AHH, RLS dan TPAK adalah variabel lokal karena mempunyai pengaruh lokasi yang nyata.

4.5 Model MGWR dengan Pembobot *Fixed Kernel*

Pembentukan model MGWR dapat dilakukan setelah mengetahui variabel yang berpengaruh secara global dan lokal yang didapat berdasarkan uji parameter secara parsial pada model GWR. Fungsi pembobot *fixed kernel* yang digunakan adalah *fixed bisquare kernel* dan *fixed Gaussian kernel*. *Bandwidth* optimum yang diperoleh dengan menggunakan metode *Cross Validation (CV)* adalah sebesar

378324.775 dengan CV minimum yakni 3.543 untuk pembobot *fixed bisquare kernel*, dan *badwidth* optimum sebesar 189162.387 dan CV minimum sebesar 3.606. Berdasarkan *badwidth* tersebut dibentuk matriks pembobot pada tiap lokasi. Tabel 4.8 merupakan pembobot *fixed bisquare kernel* untuk Kota Malang, pembobot untuk seluruh lokasi dapat dilihat pada Lampiran 17 .

Matriks pembobot *fixed bisquare kernel* untuk Kota Malang berdasarkan Tabel 4.7 adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mathbf{W}(u_{32}, v_{32}) &= \text{diag}[w_1(u_{32}, v_{32}), w_1(u_{32}, v_{32}), \dots, w_n(u_{32}, v_{32})] \\ &= \text{diag}[0. \quad 0.162 \quad 0.264 \quad 0.536 \quad \dots \quad 0.970] \end{aligned}$$

Sedangkan pembobot *fixed Gaussian kernel* untuk Kota Malang adalah:

$$\begin{aligned} \mathbf{W}(u_{32}, v_{32}) &= \text{diag}[w_1(u_{32}, v_{32}), w_1(u_{32}, v_{32}), \dots, w_n(u_{32}, v_{32})] \\ &= \text{diag}[0.06 \quad 0.047 \quad 0.083 \quad \dots \quad 0.925] \end{aligned}$$

Tabel 4.8 Jarak *Euclidean* dan Pembobot *fixed kernel* untuk Kota Malang

Kab/kota	d_{ij} (meter)	W_{ij} (<i>fixed bisquare kernel</i>)	W_{ij} (<i>fixed gaussian kernel</i>)
kab Pacitan	161414.392	0.669	0.695
kab Ponorogo	125411.898	0.792	0.803
kab Trenggalek	113140.937	0.829	0.836
kab Tulungagung	83906.012	0.904	0.906
kab Blitar	46982.735	0.969	0.970
kab Kediri	62538.630	0.946	0.947
kab Malang	16398.916	0.996	0.996
kab Lumajang	57613.673	0.954	0.955
kab Jember	115925.875	0.821	0.829
kab Banyuwangi	178180.047	0.606	0.642
kab Bondowoso	144670.224	0.729	0.746
kab Situbondo	157466.350	0.684	0.707
kab Probolinggo	76520.627	0.920	0.921

kab Pasuruan	33816.684	0.984	0.984
--------------	-----------	-------	-------

Lanjutan Tabel 4.8

Kab/kota	d_{ij} (meter)	W_{ij} (<i>fixed bisquare kernel</i>)	W_{ij} (<i>fixed gaussian kernel</i>)
kab Sidoarjo	58747.861	0.952	0.953
kab Mojokerto	50300.497	0.965	0.965
kab Jombang	63085.646	0.945	0.946
kab Nganjuk	87769.976	0.895	0.898
kab Madiun	116087.323	0.821	0.828
kab Magetan	145244.122	0.727	0.745
kab Ngawi	154624.668	0.694	0.716
kab Bojonegoro	121289.900	0.805	0.814
kab Tuban	140073.966	0.745	0.760
kab Lamongan	100762.010	0.863	0.868
kab Gresik	116822.876	0.818	0.826
kab Bangkalan	108312.005	0.843	0.849
kab Sampang	123272.883	0.799	0.809
kab Pamekasan	139235.885	0.747	0.763
kab Sumenep	225025.676	0.418	0.493
Kota Kediri	70528.779	0.932	0.933
Kota Blitar	53379.123	0.961	0.961
Kota Malang	0	1.000	1.000
Kota Probolinggo	66642.969	0.939	0.940
Kota Pasuruan	47171.061	0.969	0.969
Kota Mojokerto	60256.683	0.950	0.951
Kota Madiun	128076.217	0.784	0.795
Kota Surabaya	78464.323	0.916	0.918
Kota Batu	19986.140	0.994	0.994

Matriks pembobot yang didapat selanjutnya digunakan untuk melakukan pendugaan parameter model MGWR.

4.5.1 Pendugaan Parameter

Pendugaan parameter model MGWR dilakukan melalui dua tahap, yaitu pendugaan parameter global dan pendugaan parameter lokal. Hasil ringkasan pendugaan parameter global dan lokal model MGWR untuk masing-masing lokasi disajikan pada Tabel 4.9 untuk model MGWR dengan fungsi pembobot *fixed bisquare kernel* dan Tabel 4.10 untuk fungsi pembobot *fixed Gaussian kernel*.

Tabel 4.9 Ringkasan Nilai Duga Parameter Model MGWR dengan Fungsi Pembobot *Fixed Bisquare Kernel*

Peubah	Nilai $\hat{\beta}(u_i, v_i)$			Nilai $\hat{\beta}_g$
	Minimum	Maksimum	Rata-rata	
Intersep	-35.416	-18.524	-25.723	-
AHH	0.960	1.031	0.987	-
RLS	2.153	2.889	2.445	-
TPAK	-0.163	-0.0434	-0.123	-
JPM	-0.000004	0.000001	-0.00002	-
PPM	-	-	-	4.470

Tabel 4.10 Ringkasan Nilai Duga Parameter Model MGWR dengan Fungsi Pembobot *Fixed Gaussian Kernel*

Peubah	Nilai $\hat{\beta}(u_i, v_i)$			Nilai $\hat{\beta}_g$
	Minimum	Maksimum	Rata-rata	
Intersep	-28.346	-19.776	-23.686	-
AHH	0.951	1.018	0.982	-
RLS	2.231	2.513	2.351	-
TPAK	-0.149	-0.064	-0.127	-
JPM	-	-	-	-0.798
PPM	-	-	-	4.371

Dari Tabel 4.9 dapat diketahui bahwa pada model MGWR dengan fungsi pembobot *fixed bisquare kernel* nilai duga parameter global persentase penuduk miskin dengan pendidikan terakhir SLTA (PPM) adalah 4.470, nilai ini menunjukkan bahwa pada seluruh wilayah di Provinsi Jawa Timur setiap peningkatan satu persen persentase

penuduk miskin dengan pendidikan terakhir SLTA akan meningkatkan Indeks Pembangunan Manusia sebesar 4.470.

Nilai duga parameter lokal untuk variabel Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) mempunyai nilai rata-rata sebesar -0.123, nilai minimum sebesar -0.163 yakni terdapat di Kabupaten Ngawi dan nilai maksimum sebesar -0.0434 di Kabupaten Banyuwangi. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya pengaruh Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAT) terhadap Indeks Pembangunan Manusia (IPM) berkisar -0.163 sampai -0.163. Nilai duga parameter lokal dan global lain mempunyai interpretasi yang sama sesuai dengan nilainya masing-masing.

4.5.2 Pengujian Parameter

Pengujian parameter global dilakukan untuk mengetahui apakah variabel global berpengaruh nyata terhadap Indeks Pembangunan Manusia (IPM). Hipotesis yang digunakan adalah:

$H_0: \beta_k = 0$ (variabel global x_k tidak signifikan)

$H_1: \beta_k \neq 0$ (variabel global x_k tidak signifikan)

Pengujian parameter dilakukan dengan menggunakan statistik uji t yang dibandingkan dengan nilai titik kritis $t_{\alpha/2, \frac{u_1^2}{u_2}}$, apabila statistik uji $|t_{hitung}| > t_{\alpha \frac{\delta_1^2}{2, \delta_2}}$ maka H_0 ditolak dan diperoleh kesimpulan bahwa parameter ke- k signifikan. Hasil pengujian parameter global ditunjukkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Uji Parameter Global Model MGWR dengan Pembobot *Fixed Kernel*.

Fixed bisquare kernel				Fixed gaussian kernel			
Para meter	Nilai Duga	t_{hitung}	$p-value$	Para meter	Nilai Duga	t_{hitung}	$p-value$
PPM	0.167	4.470*	0.0001	JPM	-0.000004	-0.799	0.4307
				PPM	0.166	4.371*	0.0001

*: signifikan pada $\alpha=1\%$

Untuk Model MGWR dengan pembobot *fixed Gaussian kernel* nilai statistik uji yang didapat kemudian dibandingkan dengan nilai

titik kritis $t_{0,05,29.88} = 1.699$. Parameter PPM mempunyai nilai $t_{hitung} < t_{0,05,29.88}$ dan $p\text{-value} (0.001) < \alpha (0.01)$, sehingga dapat dikatakan bahwa Persentase Penduduk Miskin dengan Pendidikan Terakhir SLTA (PPM) berpengaruh signifikan terhadap Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di seluruh kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur.

Titik kritis untuk model MGWR dengan pembobot *fixed Gaussian kernel* adalah $t_{0,05,30.59} = 1.697$. Nilai statistik uji parameter PPM (4.371) lebih besar dari $t_{0,05,30.59}$ dan $p\text{-value} (0.001) < \alpha (0.01)$, sehingga tolak H_0 . Persentase Penduduk Miskin dengan Pendidikan Terakhir SLTA (PPM) berpengaruh signifikan terhadap Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di seluruh kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur.

Selanjutnya dilakukan pengujian parameter lokal untuk mengetahui variabel lokal mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap respon untuk setiap lokasi. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0: \beta_k(u_i, v_i) = 0$ (variabel lokal x_k tidak berpengaruh pada lokasi ke- i)

$H_1: \beta_k(u_i, v_i) \neq 0, k = 1, 2, \dots, p$ (variabel lokal x_k berpengaruh pada lokasi ke- i)

Tabel 4.12 Pengujian Parameter Lokal Model MGWR dengan fungsi pembobot *Fixed Kernel* di Kota Malang.

Fixed bisquare kernel				Fixed gaussian kernel			
parameter	nilai duga	t_{hitung}	$p\text{-value}$	parameter	nilai duga	t_{hitung}	$p\text{-value}$
Intersep	-26.506	0	1	Intersep	-23.151	-1.600	0.119
AHH	0.973	6.307*	0	AHH	0.969	6.200*	0
RLS	2.521	4.992*	0	RLS	2.369	4.609*	0
TPAK	-0.113	-1.305	0.202	TPAK	-0.125	-1.428	0.164
JPM	-0.000001	-0.305	0.911				

*: signifikan pada $\alpha=1\%$

Model MGWR dengan fungsi pembobot *fixed bisquare kernel* untuk Kota Malang adalah:

$$\hat{y}_{32} = -26.506 + 0.973 AHH + 2.521 RLS + 0.167 PPM$$

Dari hasil pengujian parameter lokal, hasil statistik uji yang diperoleh dibandingkan dengan titik kritis $t_{0,05,29,88} = 1.699$ dan nilai p -value dibandingkan dengan $\alpha=0.1$ untuk pembobot *fixed bisquare kernel*. Berdasarkan Tabel 4.12 nilai statistik uji untuk variabel TPAK dan JPM mempunyai nilai yang lebih kecil dari titik kritis dan p -value lebih dari α , sehingga disimpulkan bahwa Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) dan Jumlah Penduduk Miskin (JPM) tidak berpengaruh signifikan terhadap Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Kota Malang. Parameter AHH dan RLS mempunyai nilai t_{hitung} lebih dari titik kritis dan p -value lebih dari α , sehingga angka harapan hidup dan rata-rata lama sekolah berpengaruh signifikan terhadap indeks pembangunan manusia di Kota Malang.

Indeks pembangunan manusia di Kota Malang dipengaruhi oleh angka harapan hidup, rata-rata lama sekolah, dan persentase penduduk miskin yang berpendidikan terakhir SLTA. Indeks pembangunan manusia akan bertambah 0.973 jika angka harapan hidup di Kota Malang dan kabupaten/kota tetangga yang memberikan pengaruh terhadap Kota Malang bertambah satu tahun dengan syarat variabel lain tetap. Begitu pula interpretasi untuk rata-rata lama sekolah dan persentase penduduk miskin yang berpendidikan terakhir SLTA.

Model MGWR dengan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* untuk Kota Malang adalah:

$$\hat{y}_{32} = -23.151 + 0.969 AHH + 2.369 RLS + 0.166 PPM$$

Pada Model MGWR dengan fungsi pembobot *fixed Gaussian kernel* akan menolak H_0 apabila nilai |statistik uji (t)| > $t_{0,05,30,59} = 1.697$ dan nilai p -value < α (0.1). Angka Harapan Hidup (AHH) dan Rata-rata Lama Sekolah (RLS) dan Persentase Penduduk Miskin yang Berpendidikan Terakhir SLTA berpengaruh signifikan terhadap Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di Kota Malang.

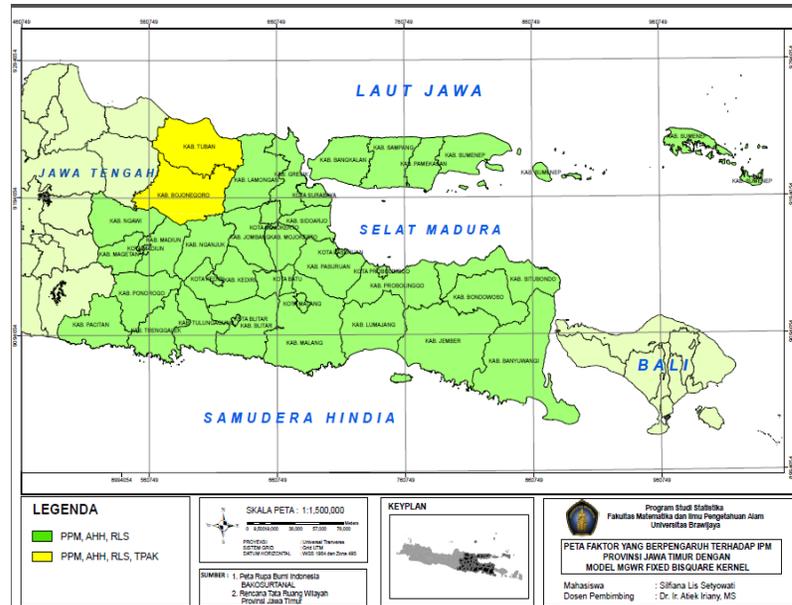
Indeks pembangunan manusia di Kota Malang dipengaruhi oleh jumlah penduduk miskin, angka persentase penduduk miskin yang berpendidikan terakhir SLTA, angka harapan hidup, dan rata-rata lama sekolah Indeks pembangunan manusia akan bertambah 0.969 jika angka harapan hidup di Kota Malang dan kabupaten/kota tetangga yang memberikan pengaruh terhadap Kota Malang

bertambah satu tahun dengan syarat variabel lain tetap. Begitu pula interpretasi untuk variabel lain.

Variabel yang berpengaruh terhadap IPM setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur pada model MGWR dengan fungsi pembobot *fixed bisquare kernel* disajikan pada Tabel 4.13 dan Gambar 4.1. Pada model MGWR dengan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* untuk semua lokasi variabel yang berpengaruh secara spasial adalah angka harapan hidup dan rata-rata lama sekolah.

Tabel 4.13 Pengelompokan Kabupaten/Kota Berdasarkan Variabel yang Berpengaruh pada model MGWR dengan pembobot *fixed bisquare kernel*

Kab/Kota	Peubah yang berpengaruh
Kab Pacitan, Kab Ponorogo, Kab Magetan, Kab Ngawi, dan Kota Madiun, Kab Trenggalek, Kab Tulungagung, Kab Blitar, Kab Malang, Kab Bondowoso, Kab Situbondo, Kab Pasuruan, Kab Pamekasan, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Batu, Kab Lumajang, Kab Jember, Kab Probolinggo. Kab Bangkalan, Kab Sampang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan, Kota Surabaya, Kab Kediri, Kab Sidoarjo, Kab Mojokerto, Kab Jombang, Kab Nganjuk, Kab Madiun, Kota Kediri, Kota Mojokerto, Kab Banyuwangi, Kab Gresik, dan Kab Sumenep.	PPM, AHH, RLS
Kab Bojonegoro, Kab Tuban	PPM, AHH, RLS, TPAK



Gambar 4.1 Peta Pengelompokan Wilayah dengan MGWR *Fixed Bisquare Kernel*

4.5.3 Pengujian Kesesuaian Model

Pengujian kesesuaian model dilakukan untuk mengetahui apakah model MGWR yang terbentuk sudah sesuai atau lebih baik dari model regresi linier berganda. Hipotesis yang digunakan pada uji kesesuaian model adalah sebagai berikut:

$$H_0: \beta_k(u_{i,v_i}) = \beta_k, \quad k = 0, 1, \dots, 5 \text{ dan } i = 1, 2, \dots, 38$$

(model MGWR dan model regresi linier berganda tidak berbeda)

$$H_1: \text{paling tidak terdapat satu } k \text{ dimana } \beta_k(u_{i,v_i}) \neq \beta_k$$

(terdapat perbedaan antara model MGWR dan model regresi linier berganda)

Pada model MGWR dengan pembobot *fixed bisquare kernel* akan menolak H_0 jika statistik uji (F) $> F_{(0.1, 2, 120, 29.880)} = 2.495$. Nilai statistik uji yang diperoleh adalah 1.733 dengan *p-value* signifikan pada taraf nyata 10%. Model MGWR dengan fungsi pembobot *fixed bisquare kernel* tidak lebih baik dari regresi linier berganda.

Tabel 4.14 Uji Kesesuaian Model MGWR dengan fungsi pembobot *fixed bisquare kernel*

Sumber Keragaman	<i>Fixed bisquare kernel</i>				
	db	JK	KT	F	<i>p-value</i>
OLS residual	32	86.657			
MGWR improvement	2.120	9.488	4.475		
MGWR residuals	29.880	77.169	2.583	1.733	0.195

*: signifikan pada $\alpha=10\%$

Tabel 4.15 Uji Kesesuaian Model MGWR dengan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel*

Sumber Keragaman	<i>Fixed gaussian kernel</i>				
	db	JK	KT	F	<i>p-value</i>
OLS residual	32	86.657			
MGWR improvement	1.410	5.220	3.703		
MGWR residuals	30.590	81.437	2.662	1.391	0.288

*: signifikan pada $\alpha=10\%$

Statistik uji yang didapat adalah $1.391 < F_{(0.11.410,30.590)} = 2.88$ dengan *p-value* signifikan pada taraf nyata 10% artinya terima H_0 . Model MGWR dengan fungsi pembobot *fixed Gaussian kernel* tidak lebih sesuai dari model regresi linier berganda untuk menjelaskan Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Jawa Timur.

4.6 Model GWR dengan Pembobot *Adaptive Kernel*

Sebelum memodelkan GWR terlebih dahulu perlu menentukan pembobot *adaptive kernel* untuk setiap lokasi. Fungsi *adaptive kernel* yang digunakan adalah *adaptive bisquare kernel* dan *adaptive Gaussian kernel*. Untuk mendapatkan pembobot tersebut harus ditentukan terlebih dahulu jarak *euclidean* dan *bandwidth*. Berbeda dengan *fixed kernel*, nilai *bandwidth* pada pembobot *adaptive Gaussian* berbeda pada setiap lokasi. Nilai *bandwidth* pada setiap lokasi dapat dilihat pada Lampiran 11. Tabel 4.16 merupakan jarak *euclidean* dan nilai pembobot *adaptive kernel* untuk Kota Malang. Matriks pembobot yang diperoleh selanjutnya digunakan sebagai

pembobot dalam menduga parameter dengan metode *Weighted Least Square*

Tabel 4.16 Jarak *Euclidean* (d_{ij}) dan pembobot *adaptive kernel* untuk Kota Malang.

Kab/kota	d_{ij} (meter)	W_{ij} (<i>adaptive bisquare kernel</i>)	W_{ij} (<i>fixed adaptive kernel</i>)
kab Pacitan	161414.392	0	0.539273845
kab Ponorogo	125411.898	0	0.688816949
kab Trenggalek	113140.937	0	0.738304354
kab Tulungagung	83906.012	0	0.846315251
kab Blitar	46982.735	0.436454	0.949027
kab Kediri	62538.630	0.158982	0.911468496
kab Malang	16398.916	0.919022	0.993646373
kab Lumajang	57613.673	0.239804	0.924342098
kab Jember	115925.875	0	0.727225142
kab Banyuwangi	178180.047	0	0.471198188
kab Bondowoso	144670.224	0	0.608925869
kab Situbondo	157466.350	0	0.555607743
kab Probolinggo	76520.627	0.009963	0.87041812
kab Pasuruan	33816.684	0.679293	0.973259808
kab Sidoarjo	58747.861	0.220345	0.921455257
kab Mojokerto	50300.497	0.373353	0.941794698
kab Jombang	63085.646	0.150669	0.90998517
kab Nganjuk	87769.976	0	0.833113243
kab Madiun	116087.323	0	0.726579791
kab Magetan	145244.122	0	0.606529314
kab Ngawi	154624.668	0	0.567410196
kab Bojonegoro	121289.900	0	0.705620569
kab Tuban	140073.966	0	0.628110426
kab Bangkalan	108312.005	0	0.75725649
kab Sampang	123272.883	0	0.697556361

Lanjutan Tabel 4.16

Kab/kota	Dij	Wij (<i>adaptive bisquare kernel</i>)	Wij (<i>fixed adaptive kernel</i>)
kab Pamekasan	139235.885	0	0.631604952
kab Sumenep	225025.676	0	0.301146191
Kota Kediri	70528.779	0.055352	0.88878644
Kota Blitar	53379.123	0.315793	0.93469664
Kota Malang	0	1	1
Kota Probolinggo	66642.969	0.100625	0.900086083
Kota Pasuruan	47171.061	0.432859	0.948628241
Kota Mojokerto	60256.683	0.195191	0.917542106
Kota Madiun	128076.217	0	0.677878613
Kota Surabaya	78464.323	0.002862	0.864225549
Kota Batu	19986.140	0.615723	0.990577233

4.6.1 Pendugaan Parameter

Pendugaan parameter GWR dilakukan dengan menggunakan metode *Weighted Least Square*. Secara deskriptif ringkasan nilai duga parameter model GWR ditunjukkan pada Tabel 4.17. Nilai duga parameter untuk setiap lokasi dapat dilihat pada Lampiran 12.

Berdasarkan Tabel 4.17 dapat diketahui bahwa nilai duga parameter Angka Harapan Hidup (AHH) berkisar antara -153.321 sampai 69.549, artinya besarnya pengaruh AHH terhadap IPM di 38 kabupaten/kota antara -153.321 sampai 69.549. Rata-rata nilai duga untuk variabel AHH adalah 0.346. Variabel lain mempunyai interpretasi yang sama.

Tabel 4.17 Ringkasan Nilai Duga Parameter Model GWR dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Kernel*.

Peubah	Adaptive Bisquare Kernel			Adaptive Gaussian Kernel		
	Rata-rata	Min	Maks	Rata-rata	Min	Maks
Intersep	-12.049	-153.321	69.549	-24.610	-27.295	-22.334
AHH	0.346	-0.319	3.696	0.975	0.948	1.009
RLS	1.648	-0.884	4.377	2.409	2.232	2.577
TPAK	-0.116	-0.994	0.415	-0.122	-0.148	-0.088
JPM	- 0.000005	- 0.000019	0.00001	- 0.000002	- 0.000004	- 0.000001
PPM	0.302	0.030	0.476	0.173	0.170	0.178

4.6.2 Uji Serentak

Pengujian parameter secara simultan berdasarkan hipotesis:

$H_0: \beta_k(u_i, v_i) = \dots = \beta_p(u_i, v_i) = 0$ (model GWR dan model regresi linier berganda tidak berbeda)

H_1 : paling sedikit ada satu $\beta_k(u_i, v_i) \neq 0$ (terdapat perbedaan antara model GWR dengan model regresi linier berganda)

Tabel 4.18 Uji Serentak Model GWR dengan Pembobot *Adaptive Bisquare Kernel*.

Sumber	db	JK	KT	Fhitung	<i>p-value</i>
OLS Residual	32.000	86.657			
GWR Improvement	22.436	75.372	3.359		
GWR Residual	9.564	11.285	1.180	2.847*	0.0537

*: signifikan pada $\alpha = 10\%$

Berdasarkan Tabel 4.18 nilai statistik uji $F > F_{(0.1, 22.436, 9.564)} = 2.286$, dan *p-value* signifikan pada taraf nyata 10%, sehingga diputuskan tolak H_0 . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model GWR dengan fungsi pembobot *adaptive bisquare kernel* memiliki perbedaan yang signifikan dengan regresi linier berganda. Variabel prediktor secara bersama-sama berpengaruh

terhadap Indeks Pembangunan Manusia pada setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur.

Tabel 4.19 Uji Serentak Model GWR dengan Pembobot *Adaptive Gaussian Kernel*.

Sumber	db	JK	KT	Fhitung	<i>p-value</i>
OLS Residual	32.000	86.657			
GWR Improvement	1.876	6.614	3.526		
GWR Residual	30.124	80.044	2.657	1.327*	0.0537

*: signifikan pada $\alpha = 10\%$

Dari hasil uji serentak dapat dilihat bahwa nilai statistik uji F $> F_{(0.1,1.876,30.124)} = 2.88$ dan *p-value* signifikan pada taraf nyata 10%. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa model GWR dengan fungsi pembobot *adaptive Gaussian kernel* tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan model regresi linier berganda.

4.6.3 Uji Parsial

Pengujian parsial dilakukan untuk mengetahui variabel yang berpengaruh terhadap Indeks Pembangunan Manusia disetiap lokasi. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0: \beta_k(u_i, v_i) = 0$ (variabel x_k tidak berpengaruh pada lokasi ke- i)

$H_1: \beta_k(u_i, v_i) \neq 0, k = 1, 2, \dots, p$ (variabel x_k tidak berpengaruh pada lokasi ke- i)

Dengan membandingkan nilai statistik uji t dengan titik kritis $t_{0.05,9,654} = 1.833$ diperoleh parameter-parameter yang signifikan pada setiap kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur pada model GWR dengan fungsi pembobot *adaptive bisquare kernel*. Peubah yang signifikan pada setiap lokasi dapat dilihat pada Lampiran 15.

Pada model GWR dengan fungsi pembobot *adaptive Gaussian kernel* statistik uji yang diperoleh dibandingkan dengan titik kritis tidak dilakukan uji parsial karena dari hasil uji serentak diketahui bahwa model yang didapat tidak berbeda dengan model regresi linier berganda, sehingga variabel yang dihasilkan bersifat global secara keseluruhan.

4.6.4 Pengujian Variabilitas Spasial

Uji variabilitas spasial digunakan untuk mengetahui variabel mana saja yang bersifat global dan bersifat lokal. Uji ini dilakukan hanya pada model GWR yang mempunyai perbedaan yang signifikan dengan model regresi linier berganda. Oleh karena itu uji variabilitas spasial untuk pemboot *adaptive Gaussian kernel* hanya dilakukan pada model GWR dengan pembobot *fixed bisquare kernel*. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$H_0: \beta_1(u_i, v_i) = \beta_1$$

$$H_1: \beta_1(u_i, v_i) \neq \beta_1, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

k adalah indeks koefisien yang diasumsikan global

Jika $F_{hitung} > F_{0.1;df_1,df_2}$, maka H_0 akan ditolak yang berarti bahwa koefisien tersebut mempunyai pengaruh lokasi yang nyata. Hasil pengujian variabilitas untuk masing-masing koefisien dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.20 Uji Variabilitas Spasial Model GWR *Adaptive Kernel*

Koefisien	<i>adaptive bisquare kernel</i>		
	F_{hitung}	$F_{0.1;df_1,df_2}$	p -value
$\beta_0(u_i, v_i)$	16636.454*	2.560	0
$\beta_1(u_i, v_i)$	994017.676*	2.763	0
$\beta_2(u_i, v_i)$	9982.882*	2.560	0
$\beta_3(u_i, v_i)$	404.631*	2.763	0
$\beta_4(u_i, v_i)$	2.031	2.763	0.17178007
$\beta_5(u_i, v_i)$	2.977	3.136	0.10813081

*signifikan pada taraf nyata 1%.

Berdasarkan tabel di atas model GWR dengan pembobot *adaptive bisquare kernel* variabel yang memiliki pengaruh lokasi nyata adalah AHH, RLS dan TPAK. Variabel lain yang tidak mempunyai pengaruh spasial yang nyata adalah JPM dan PPM, sehingga diasumsikan sebagai variabel global.

4.7 Model MGWR dengan Pembobot *Adaptive Kernel*

Pembentukan model MGWR hanya dilakukan dengan menggunakan pembobot *adaptive bisquare kernel*. Pembobot *adaptive Gaussian kernel* tidak digunakan untuk membentuk model MGWR karena pada uji serentak diketahui bahwa model GWR dengan fungsi pembobot ini tidak sesuai, atau tidak mempunyai perbedaan dengan regresi linier berganda sehingga seluruh variabel prediktornya termasuk variabel global. Model MGWR hanya dapat dilakukan jika terdapat variabel prediktor yang bersifat global dan lokal. Variabel prediktor bersifat global dan lokal dipilih berdasarkan analisis GWR.

Sama halnya dengan model GWR, sebelum membentuk model MGWR terlebih dilakukan penentuan jarak *euclidean* dan *bandwidth*. *Bandwidth* optimum diperoleh dengan menggunakan kriteria *Cross Validation (CV)*. Berbeda dengan *fixed kernel*, *bandwidth* pada pembobot *adaptive kernel* memberikan nilai yang berbeda pada setiap lokasi. Hal ini disebabkan oleh kemampuan fungsi *adaptive kernel* yang dapat disesuaikan dengan kondisi titik-titik pengamatan.

4.7.1 Pendugaan Parameter

Matriks pembobot *adaptive bisquare kernel* yang didapat digunakan untuk menduga parameter MGWR dengan metode *weighted Least Square*. Hasil ringkasal pendugaan parameter global dan lokal model secara deskriptif disajikan pada Tabel 4.21. Variabel prediktor yang diasumsikan global adalah JPM dan PPM, sedangkan variabel lain diasumsikan bersifat lokal.

Tabel 4.21 Ringkasan Nilai Duga Parameter Model MGWR dengan Fungsi Pembobot *Adaptive Bisquare Kernel*

Peubah	Nilai $\hat{\beta}(u_i, v_i)$			Nilai $\hat{\beta}_g$
	Minimum	Maksimum	Rata-rata	
Intersep	-36.505	-18.151	-24.754	-
AHH	0.953	1.144	1.029	-
RLS	2.127	2.582	2.317	-
TPAK	-0.212	0.010	-0.147	-
JPM	-	-	-	-0.000005
PPM	-	-	-	0.151

Nilai duga parameter lokal untuk variabel Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) mempunyai nilai rata-rata sebesar -0.147, nilai minimum sebesar -0.212 yakni terdapat di Kabupaten Gresik dan nilai maksimum sebesar 0.010 di Kabupaten Banyuwangi. Hal ini menunjukkan bahwa besarnya pengaruh Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) terhadap Indeks Pembangunan Manusia (IPM) berkisar 0.212 sampai 0.010. Nilai duga parameter lokal lain mempunyai interpretasi yang sama sesuai nilainya masing-masing.

Sedangkan variabel prediktor global, yakni Persentase Penduduk Miskin dengan Pendidikan Terakhir SLTA (PPM) diperoleh nilai duga sebesar 0.151. Hal ini berarti pada seluruh wilayah di Provinsi Jawa Timur setiap peningkatan satu persen Persentase Penduduk Miskin dengan Pendidikan Terakhir SLTA (PPM) akan meningkatkan Indeks Pembangunan Manusia sebesar 0.151. variabel global lain mempunyai interpretasi yang sama.

4.7.2 Pengujian Parameter Model

Pengujian parameter pada model MGWR dilakukan dengan dua tahap, yakni pengujian parameter global dan pengujian parameter lokal. Pengujian parameter global dilakukan untuk mengetahui apakah variabel global berpengaruh nyata terhadap Indeks Pembangunan Manusia (IPM) di seluruh kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut:

$H_0: \beta_k = 0$ (variabel global x_k tidak signifikan)

$H_1: \beta_k \neq 0$ (variabel global x_k tidak signifikan)

Tabel 4.22 Pengujian Parameter Global Model MGWR dengan fungsi pembobot *Adaptive Bisquare Kernel* di Kota Malang.

variabel	Nilai Duga	t_{hitung}	p -value
JPM	-0.000005	-1.015	0.3187
PPM	0.151	3.683*	0.0009

*signifikan pada taraf nyata 1%.

Pengujian parameter dilakukan dengan menggunakan statistik uji t yang dibandingkan dengan nilai titik kritis $t_{0.05,29.188} = 1.699$. Nilai statistik uji yang diperoleh untuk variabel global PPM adalah 3.683. Karena nilai statistik uji $|t_{hitung}| > t_{0.05,29.188}$, maka Persentase Penduduk Miskin dengan Pendidikan Terakhir SLTA (PPM) berpengaruh terhadap Indeks Pembangunan Manusia di seluruh kabupaten/kota di Provinsi Jawa Timur. Jumlah penduduk miskin tidak berpengaruh terhadap indeks pembangunan manusia di Provinsi Jawa Timur.

Selanjutnya dilakukan pengujian parameter lokal untuk mengetahui variabel lokal apa saja yang berpengaruh signifikan pada tiap lokasi dengan hipotesis sebagai berikut:

$H_0: \beta_k(u_i, v_i) = 0$ (variabel lokal x_k tidak berpengaruh di lokasi ke- i)

$H_1: \beta_k(u_i, v_i) \neq 0, k = 1, 2, \dots, p$ (variabel lokal x_k berpengaruh di lokasi ke- i)

Nilai duga dan statistik uji pada tiap lokasi dapat dilihat pada Lampiran 21. Tabel 4.23 merupakan pengujian parameter lokal untuk Kota Malang. Hasil statistik uji kemudian dibandingkan dengan titik kritis $t_{0.05,29.188} = 1.6991$.

Tabel 4.23 Pengujian Parameter Lokal Model MGWR dengan fungsi pembobot *Adaptive Bisquare Kernel* di Kota Malang.

Parameter	Nilai Duga	t_{hitung}	p -value
Intersep	-20.575	-1.370	0.181074
AHH	1.012	6.151*	0.000002
RLS	2.505	4.557*	0.000235
TPAK	-0.081	-0.686	0.108495

*: signifikan pada $\alpha=10\%$

Model MGWR dengan fungsi pembobot *fixed bisquare kernel* untuk Kota Malang adalah:

$$\hat{y}_{32} = -20.575 + 1.012 AHH + 2.505 RLS + 0.151 PPM$$

Apabila nilai statistik uji $|t_{hitung}| > t_{0.05,29.188}$ maka H_0 ditolak dan disimpulkan bahwa parameter ke- k signifikan pada lokasi ke- i . Berdasarkan hasil uji parameter, pada taraf nyata 10% dapat

dinyatakan bahwa Angka Harapan Hidup (AHH) dan Rata-rata Lama Sekolah (RLS) berpengaruh signifikan terhadap Indeks Pembangunan Manusia di Kota Malang.

Model tersebut menjelaskan bahwa indeks pembangunan manusia di Kota Malang dipengaruhi oleh persentase penduduk miskin yang berpendidikan terakhir SLTA, angka harapan hidup, dan rata-rata lama sekolah. Indeks pembangunan manusia di Kota Malang akan bertambah 0.151 jika persentase penduduk miskin dengan pendidikan terakhir SLTA di Kota Malang dan kabupaten/kota tetangga yang berpengaruh bertambah satu persen dengan syarat variabel lain tetap. Begitu pula interpretasi untuk variabel AHH dan RLS. Variabel lokal AHH dan RLS mempunyai pengaruh yang signifikan pada semua lokasi. Besarnya pengaruh variabel tersebut pada masing-masing lokasi berbeda-beda.

4.7.3 Pengujian Kesesuaian Model

Pengujian kesesuaian model (*goodness of fit*) antara model MGWR dan model regresi global dilakukan untuk mengetahui model mana yang sesuai dalam menggambarkan indeks pembangunan manusia di Provinsi Jawa Timur.

Tabel 4.24 Uji Kesesuaian Model MGWR dengan fungsi pembobot *adaptive bisquare kernel*

Sumber Keragamaman	<i>Adaptive bisquare kernel</i>				
	db	JK	KT	F	<i>p-value</i>
OLS residual	32	86.657			
MGWR improvement	2.812	9.408	3.346		
MGWR residuals	29.188	9.408	2.647	1.264	0.2976

Statistik uji yang didapat adalah $1.264 < F_{(0.1, 5, 3.382, 28.168)} = 2.495$ artinya terima H_0 . Model MGWR dengan fungsi pembobot *adaptive bisquare kernel* tidak lebih layak dari model regresi linier berganda untuk menjelaskan Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Jawa Timur.

4.8 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui model mana yang lebih baik antara model MGWR dengan fungsi pembobot *fixed kernel* dan *adaptive kernel*. Pembobot *fixed kernel* yang digunakan dalam membentuk model MGWR adalah pembobot *fixed bisquare kernel* dan *fixed Gaussian kernel*. Sedangkan pembobot *adaptive kernel* yang digunakan adalah *adaptive bisquare kernel*. Pembobot *adaptive gaussian kernel* tidak digunakan untuk membentuk model MGWR karena dari uji serentak diketahui bahwa model GWR dengan pembobot ini tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan regresi linier berganda. Artinya semua variabel prediktor bersifat global, sedangkan untuk memodelkan MGWR diperlukan variabel yang bersifat global dan lokal. Pemilihan model terbaik ditentukan dengan menggunakan kriteria RMSE.

Tabel 4.25 Nilai RMSE Model MGWR dengan pembobot *fixed kernel* dan *Gaussian kernel*.

Model	Nilai RMSE
MGWR <i>fixed bisquare kernel</i>	1.607
MGWR <i>fixed Gaussian kernel</i>	1.632
MGWR <i>adaptive bisquare kernel</i>	1.627

Untuk mengetahui apakah ragam sisaan yang dihasilkan dari masing-masing model memberika pengaruh yang berbeda dilakukan uji Bartlett dengan hipotesis:

$$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2 \text{ (ragam sisaan tidak berbeda)}$$

$$H_1: \text{paling tidak terdapat satu nilai ragam berbeda (ragam sisaan berbeda)}$$

$$\alpha = 5\%$$

nilai dugaan ragam gabungan sisaan model MGWR *fixed bisquare kernel*, MGWR *fixed Gaussian kernel* dan MGWR *adaptive bisquare kernel* adalah:

$$S_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (n_i - 1) s_i^2}{N - k}$$

$$S_p^2 = \frac{(37)(2.084) + (37)(2.200) + (37)(2.046)}{114 - 3}$$

$$s_p^2 = 2.11$$

Statistik uji yang digunakan:

$$b = \frac{[(2.084)^{37}(2.200)^{37}(2.046)^{37}]^{1/111}}{2.11}$$

$$b = 0.99$$

Nilai statistik uji dibandingkan dengan nilai titik kritis $b_3(0.05; 38) = 0.949$. Karena statistik uji yang dihasilkan kurang dari nilai titik kritis, maka disimpulkan bahwa ragam sisaan ketiga model adalah sama. Hal ini pembobot *fixed bisquare kernel*, *fixed gaussian kernel*, dan *adaptive bisquare kernel* memberikan pengaruh yang sama, sehingga ketiga pembobot sama baiknya digunakan dalam memodelkan MGWR. Pada penelitian ini model terbaik ditentukan dengan menggunakan kriteria RMSE. Berdasarkan nilai RMSE, model MGWR dengan fungsi pembobot *fixed bisquare kernel* mempunyai nilai yang relatif paling kecil, sehingga model ini merupakan model yang paling baik.