



Implementasi *Multiple Regression* dan *Geographically Weighted Regression* pada Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Bali

Luh Made Wisnu Satyaninggrat^{1, a)}, Syalam Ali Wira Dinata Simatupang^{2, b)}, dan Echsan Kurniawan^{3, c)}

^{1,2,3}*Informatika, Jurusan Matematika dan Teknologi Informasi, Institut Teknologi Kalimantan*

^{a)}Penulis korespondensi: luh.satyaninggrat@lecturer.itk.ac.id

^{b)}syalam_ali_wira_dinata@lecturer.itk.ac.id

^{c)}02191006@student.itk.ac.id

Abstrak. Indeks Pembangunan Manusia (IPM) merupakan parameter penting dalam menentukan keberhasilan peningkatan atau pengembangan kualitas hidup manusia. Manusia diharapkan dapat menjadi subjek dalam membangun IPM, sehingga dapat berkontribusi bagi perkembangan suatu wilayah. Dalam upaya memajukan IPM, terdapat beberapa faktor yang mempengaruhinya, yaitu rata-rata pengeluaran per kapita, pertumbuhan PDRB/ekonomi, persentase penduduk miskin, banyaknya sarana kesehatan, dan rata-rata lama sekolah. Pada penelitian ini akan membahas terkait besarnya pengaruh beberapa faktor terhadap indeks pembangunan manusia di provinsi Bali tahun 2019. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode analisis regresi linier berganda (*multiple regression*) sebagai analisis global dan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) sebagai analisis spasial. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor yang berpengaruh signifikan terhadap IPM bali berdasarkan model regresi linier berganda adalah rata-rata lama sekolah. Sedangkan berdasarkan pemodelan GWR diketahui bahwa hasilnya kurang lebih sama dengan regresi OLS dibuktikan dengan hasil uji *goodness of fit*. Diketahui nilai AIC regresi GWR lebih kecil dari nilai AIC regresi berganda artinya pemodelan GWR lebih cocok dalam menggambarkan IPM Bali 2019.

Kata Kunci : Indeks pembangunan manusia, *Multiple Regression*, *Geographically Weighted Regression*

1. PENDAHULUAN

Pembangunan manusia merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi pertumbuhan ekonomi. Sumber daya manusia yang memiliki tingkat produktivitas yang tinggi, mampu meningkatkan efisiensi kegiatan ekonomi dan juga mempengaruhi pertumbuhan ekonomi [1]. Pembangunan manusia menjadi kontributor dari kestabilan proses pertumbuhan ekonomi sepanjang waktu [2]. Kestabilan pertumbuhan ekonomi menciptakan efek jangka Panjang dalam peningkatan pembangunan manusia. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS), pembangunan manusia di Indonesia terus mengalami kemajuan. Pada tahun 2019, Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Indonesia sebesar 71,92, yaitu tumbuh sebesar 0,74% dari tahun 2018. Indeks ini menunjukkan kualitas modal manusia berdasarkan indikator tingkat Pendidikan, Kesehatan, dan daya beli masyarakat. Tingkat pembangunan daerah dipengaruhi oleh Indeks Pembangunan Manusia (IPM), oleh karena itu Indeks Pembangunan Manusia merupakan parameter penting dalam menentukan keberhasilan peningkatan atau Pengembangan kualitas hidup manusia. Manusia diharapkan dapat menjadi subjek dalam meningkatkan IPM, sehingga dapat berkontribusi dalam perkembangan suatu wilayah. Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kemajuan IPM, antara lain rata-rata pengeluaran per kapita, pertumbuhan PDRB/ekonomi, persentase penduduk miskin, banyaknya sarana kesehatan, dan rata-rata lama sekolah.

Bali merupakan salah satu provinsi yang ada di Indonesia, yang terletak diantara Pulau Jawa dan Pulau Lombok. Adapun luas wilayah Provinsi Bali secara keseluruhan adalah 5.636,66 km² atau 0,29 persen dari luas seluruh kepulauan Indonesia, dengan jumlah penduduk di tahun 2019 mencapai 4,36 juta jiwa atau sekitar 1,63% dari total penduduk Indonesia [3]. Bali juga masuk dalam target pemerintah dalam hal memajukan indeks pembangunan manusia. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) Bali, indeks pembangunan manusia (IPM) Bali sebesar 75,5 di tahun 2020. Indeks ini tumbuh sebesar 0,16% dari 75,38 pada tahun 2019. Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat kemajuan dalam IPM Provinsi Bali, namun pertumbuhan IPM Bali melambat. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini akan membahas terkait besarnya pengaruh beberapa faktor terhadap indeks pembangunan manusia di provinsi Bali tahun 2019. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini antara lain metode analisis regresi linier berganda sebagai analisis global dan metode *Geographically Weighted Regression (GWR)* sebagai analisis spasial.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Indeks Pembangunan Manusia (IPM)

Menurut UNDP (United Nations Development Programme), terdapat empat fokus dalam mencapai tujuan pembangunan manusia, yaitu produktivitas, pemerataan, kesinambungan, dan pemberdayaan. Faktor produktivitas merupakan aspek mengenai penduduk diharapkan mampu memperoleh penghasilan atau pendapatan untuk menafkahi keluarga. Aspek pemerataan mengenai penduduk mendapat kesempatan yang sama dalam mendapatkan dan memanfaatkan akses sumber daya ekonomi dan sosial. Aspek kesinambungan mengenai perolehan akses terhadap sumber daya secara terus menerus dari generasi ke generasi. Aspek pemberdayaan mengenai kesempatan seluas-luasnya bagi masyarakat untuk membangun dan menentukan nasib keluarga serta daerahnya di masa depan [4].

Lembaga UNDP mempublikasikan laporan pembangunan sumber daya manusia dengan ukuran kuantitatif yang disebut dengan *Human Development Index (HDI)* atau Indeks Pembangunan Manusia (IPM). Adapun indikator yang digunakan untuk mengukur dimensi HDI atau IPM yaitu [4]:

1. *Longevity*, dengan mengukur variabel harapan hidup saat lahir dan angka kematian bayi per seribu penduduk untuk mengukur derajat kesehatan
2. *Educational Achievement*, dengan mengukur indikator angka melek huruf penduduk usia 15 tahun ke atas, dan tahun rata-rata bersekolah bagi penduduk 25 tahun ke atas, sebagai cermin manusia yang cerdas, kreatif, terampil, dan bertaqwa
3. *Access to resource*, dengan mengukur secara makro melalui PDB ril per kapita yang mencerminkan kondisi manusia yang mandiri dan memiliki akses yang layak

Berdasarkan tiga indikator IPM, masing-masing memiliki standar dalam mengukur ketercapaiannya ditunjukkan pada Tabel 1.

TABEL 1. Kriteria Komponen Pembangunan Manusia

Faktor	Komponen	Nilai Maksimum	Nilai Minimum
Kelangsungan hidup (<i>Longevity</i>)	Angka harapan hidup (AHHo) tahun	85	20
Pengetahuan (<i>Educational Achievement</i>)	Harapan Lama Sekolah (HLS) tahun	18	0
	Rata-rata lama sekolah (tahun)	15	0
Daya Beli (<i>Access to resource</i>)	Pengeluaran per kapita (Rp)	26.572.352	1.007.436

Sumber: UNDP, Human Development Report

Menurut Setiyono didalam bukunya yang berjudul “Birokrasi Dalam Perspektif Politik dan Administrasi, Pusat Kajian Otonomi Daerah Dan Kebijakan Publik”, terdapat rumus dalam perhitungan IPM yaitu Persamaan (1).

$$IPM = (IndexC_1 + IndexC_2 + IndexC_3) \quad (1)$$

Keterangan dengan C_1 adalah lama hidup, C_2 adalah tingkat pendidikan, sedangkan C_3 adalah tingkat kehidupan yang layak.

Interpretasi nilai IPM berdasarkan hasil perhitungan diatas yaitu semakin tinggi nilai IPM suatu daerah, maka semakin bagus tingkat pembangunan manusia di daerah tersebut. Berdasarkan konsep Pembangunan Manusia yang dikembangkan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB), kategori peringkat kinerja pembangunan manusia pada skala 0 – 100, sebagai berikut [4] :

- $IPM \geq 80$ yaitu sangat tinggi
- IPM antara $70 \leq IPM < 80$ yaitu tinggi
- IPM antara $60 \leq IPM < 70$ yaitu sedang
- $IPM < 60$ yaitu rendah

2.2 Regresi Linier Berganda (*Multiple Regression*)

Analisis regresi linier berganda yaitu analisis yang memiliki variabel bebas lebih dari satu. Teknik regresi linier berganda digunakan untuk mengetahui signifikansi pengaruh dua atau lebih variabel bebas (y_1, y_2, \dots, y_n) terhadap variabel terikat z . Bentuk regresi linier untuk n variabel *independent* dituliskan seperti Persamaan (2) [6].

$$z_i = \eta_0 + \sum_{k=1}^p \eta_k y_{ik} + \epsilon_i \quad (2)$$

Jika $i = 1, 2, 3, \dots, n; \eta_0, \eta_1, \eta_2, \dots, \eta_p$ adalah nilai parameter model dan $\epsilon_1, \epsilon_2, \epsilon_3, \dots, \epsilon_p$ merupakan nilai error pengamatan dengan asumsi IIDN dengan rataan 0 dan variansi konstan.

Adapun value estimasi untuk Y dan ϵ adalah seperti Persamaan (3) [7].

$$\hat{z} = Y\hat{\eta} \quad \text{dan} \quad \hat{\epsilon} = z - \hat{z} = z - Y\hat{\eta} \quad (3)$$

2.2.1 Pengujian Parameter Model Regresi Linier

Analisis variansi digunakan untuk menguji keterkaitan antar variabel bebas secara keseluruhan yang didapat melalui penguraian bentuk jumlah kuadrat total atau *Sum Square Regression* (SSR) dan jumlah kuadrat error atau *Sum Square Error* (SSE). Hipotesis pengujian model regresi linier yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} H_0 : \eta_1 &= \eta_2 = \eta_3 = \dots = \eta_p = 0 \\ H_1 : \eta_1 &\neq \eta_2 \neq \eta_3 \neq \dots \neq \eta_p \neq 0 \end{aligned}$$

Kriteria ujinya yaitu tolak H_0 bila F hitung > F tabel atau $p - value < \alpha$.

TABEL 2. Analisis Variansi Regresi Berganda

Sumber	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	F Hitung
Regresi	SSR	k	MSR = SSR/k	$F = MSR/MSE$
Error	SSE	$n-(k+1)$	MSE = SSE/n-(k+1)	
Total	SST	$n-1$		

Selain itu, uji signifikansi secara parsial dilakukan untuk mengetahui parameter yang berpengaruh signifikan terhadap model dapat dilakukan dengan hipotesis:

$$\begin{aligned} H_0 : \eta_1 &= \eta_2 = \eta_3 = \dots = \eta_p = 0 \\ H_1 : \eta_1 &\neq \eta_2 \neq \eta_3 \neq \dots \neq \eta_p \neq 0 \end{aligned}$$

Kriteria yang dilakukan dalam pengambilan keputusan tolak H_0 apabila $|t_{hitung}| > t_{a/2, v}$ dengan $v = n - p - 1$.

2.3 Geographically Weighted Regression (GWR)

Model *Geographically Weighted Regression* (GWR) merupakan pengembangan lebih lanjut dari model regresi, yaitu setiap titik pengamatan memiliki nilai parameter regresi yang berbeda atau lokal karena setiap parameter dihitung pada setiap titik pengamatan [8]. *Geographically Weighted Regression* atau (GWR) adalah model regresi dimana

variabel independen yang kontinu kontinu dengan dipengaruhi terhadap kolasi titik [9]. Model ini termasuk salah satu model regresi linier spasial sehingga mendapatkan model parameter estimator yang memiliki karakteristik spasial pada setiap lokasi. Model GWR secara umum dapat menjadi Persamaan (3).

$$z_i = \eta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \eta_k(u_i, v_i) y_{ik} + \epsilon_i; i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (3)$$

Dengan z_i nilai observasi variabel respon pada lokasi ke- i , y_{ik} adalah nilai observasi variabel predictor k pada lokasi ke- i , $\eta_0(u_i, v_i)$ adalah nilai *intercept* model regresi GWR, $\eta_k(u_i, v_i)$ adalah parameter regresi untuk setiap lokasi ke- i , (u_i, v_i) adalah titik koordinat (lintang,bujur) pada lokasi ke- i , ϵ_i adalah residual model GWR pada lokasi ke- i .

2.3.1 Pengujian Parameter Model GWR

Parameter dilakukan pengujian secara parsial apabila kesesuaian model GWR mendapatkan kesimpulan tolak H_0 . Pengujian ini untuk bertujuan untuk mengetahui parameter mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap variabel independennya [10]. Model hipotesis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} H_0 : \eta_1(u_i, v_i) &= \eta_2(u_i, v_i) = \eta_3(u_i, v_i) = \dots = \eta_p(u_i, v_i) = 0 \\ H_1 : \eta_1(u_i, v_i) &\neq \eta_2(u_i, v_i) \neq \eta_3(u_i, v_i) \neq \dots \neq \eta_p(u_i, v_i) \neq 0 \end{aligned}$$

Statistik uji yang digunakan adalah seperti Persamaan (4).

$$T = \hat{\eta}_k(u_i, v_i) / \hat{\sigma} \sqrt{c_{kk}} \quad (4)$$

Dengan c_{kk} adalah elemen diagonal ke- k dari matrik $\mathbf{C}_i \mathbf{C}_i^T$.

Kriteria ujinya adalah tolak H_0 jika nilai $|T_{hit}| > t_{a/2;df}$ seperti pada Persamaan (5).

$$df = (\delta_1^2 / \delta_2), \eta_i = \text{trace}([(I - L)^T (I - L)]^i), i = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (5)$$

2.3.2 Pemilihan Pembobot

Pembobot digunakan untuk memberikan jawaban penaksiran parameter secara individual pada lokasi berbeda. Penaksir parameter perlu menggunakan pembobot spasial karena dianggap penting [11]. Fungsi adaptif Gaussian kernel, adaptif bisquare kernel, fungsi kernel bisquare, dan kernel gaussian merupakan beberapa pembobot yang digunakan dalam penaksir parameter GWR. Model fungsi kernel gaussian ditunjukkan seperti pada Persamaan (6).

$$w_j(u_i, v_i) = \exp(-(d_{ij}/h)^2) \quad (6)$$

Keterangan:

h : bandwidth

Ketepatan model terhadap data sangat dipengaruhi oleh pemilihan *bandwidth*. Bandwidth yang optimum dicari dengan mengatur bias dan varians pada model [9]. Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan *bandwidth* optimum adalah metode *Cross Validation (CV)*, dan secara matematis dapat dituliskan seperti Persamaan (6) [9].

$$CV(h) = \sum_{i=1}^n (z_i - \hat{z}_i(h))^2 \quad (6)$$

Dengan $(\hat{z}_i(h))$ adalah nilai penaksir $(z_i(h))$ dimana pengamatan di lokasi i dihilangkan proses penaksiran.

3. METODE PENELITIAN

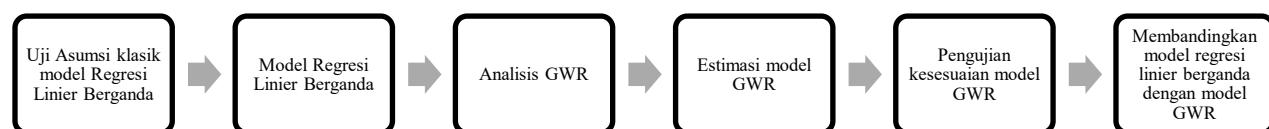
Pada penelitian ini akan mengkaji beberapa faktor yang mempengaruhi Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Bali di tahun 2019. Beberapa faktor tersebut antara lain rata-rata pengeluaran per kapita (y_1), pertumbuhan PDRB/ekonomi (y_2), persentase penduduk miskin (y_3), banyaknya sarana Kesehatan (y_4), dan rata-rata lama sekolah

(y_5). Dari faktor tersebut, dikelompokkan menjadi 2 variabel yaitu variabel *dependent* (z_i) dan variabel *independent* (y_i) pada Tabel 3.

TABEL 3. Variabel-variabel Dependen dan Independen Penelitian

Nama Variabel	Jenis Variabel	Keterangan
z_i	Dependen	Indeks Pembangunan Manusia
y_1		Rata-rata Pengeluaran per Kapita
y_2		Pertumbuhan PDRB/Ekonomi
y_3	Independen	Presentase Penduduk Miskin
y_4		Banyaknya Sarana Kesehatan
y_5		Rata-rata Lama Sekolah

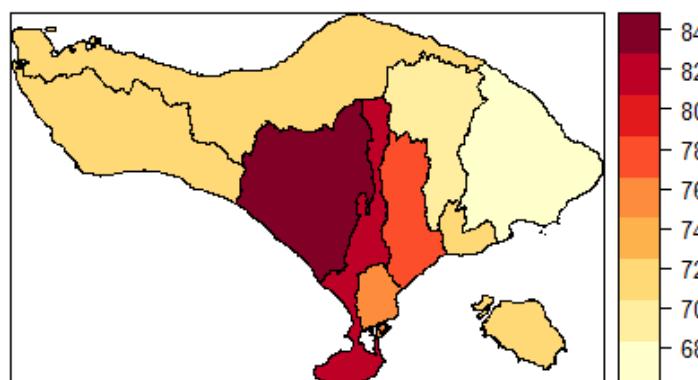
Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder dari Badan Pusat Statistik (BPS) Provinsi Bali. Data sekunder yang digunakan untuk melakukan pemodelan regresi berganda dan Geographically Weighted Regression pada Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Bali berupa data cross-section atau data yang diperoleh dari hasil observasi dalam satu waktu. Data ini mencangkup 9 Kota/Kabupaten di Provinsi Bali. Adapun alur pelaksanaan penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



GAMBAR 1 Diagram alir penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pengolahan data, diperoleh hasil eksplorasi indeks pembangunan manusia pada Kabupaten dan Kota di Provinsi Bali pada tahun 2019, seperti Gambar 2.



GAMBAR 2 Hasil Eksplorasi Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Bali tahun 2019

Dari Gambar 2 dapat diketahui bahwa kabupaten/kota yang memiliki indeks sangat tinggi yaitu Kabupaten Tabanan, Kabupaten Badung, dan Kabupaten Gianyar, indeks tinggi yaitu Kota Denpasar dan Kabupaten Klungkung, Kabupaten Buleleng, dan Kabupaten Jembrana. Dapat diketahui pula bahwa Kabupaten Bangli dan Kabupaten Karangasem merupakan kabupaten dengan indeks pembangunan manusia terendah di provinsi Bali, dengan kategori indeks sedang.

4.1 Uji Asumsi Klasik Model Regresi Linier Berganda

Uji normalitas model OLS dilakukan dengan metode *One Sample Kolmogorov Smirnov Test* dengan menggunakan hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \text{Residual Berdistribusi Normal}$$

$$H_1 : \text{Residual Berdistribusi tidak Normal}$$

Keputusan H_0 ditolak apabila nilai $KS <$ nilai signifikansi sebesar 5%. Didapatkan nilai p -value yaitu 0,9991. Hal ini menandakan bahwa $0,9991 > 0,05$ sehingga H_0 diterima, jadi diperoleh kesimpulan bahwa model OLS berdistribusi normal.

Selain dilakukan uji normalitas, uji asumsi klasik lainnya yaitu uji koliniaritas, uji autokorelasi, dan uji heterokedastisitas. Setelah dilakukan uji multikoliniaritas diketahui bahwa variabel independen y_1, y_3 , dan y_5 terdikasi adanya multikoliniaritas sedangkan variabel independen y_2 dan y_4 tidak terindikasi adanya multikoliniaritas dibuktikan dengan nilai VIF bernilai kurang dari 10. Dengan menggunakan uji Durbin Watson dalam melakukan uji autokorelasi, diketahui bahwa nilai p -value yaitu $0,1655 > \alpha 5\%$ sehingga dapat dikatakan bahwa model OLS tidak terindikasi adanya autokorelasi. Setelah dilakukan analisis heterokedastisitas dengan menggunakan uji Breusch-Pagan Test didapatkan hasil p -value bernilai 0,7888 artinya tidak terjadi ketidaksamaan varian dari residual untuk semua pengamatan pada model regresi linear.

4.2 Model Regresi Linier Berganda

Setelah semua uji asumsi klasik terpenuhi, selanjutnya dapat dilakukan regresi linier berganda antara variabel dependen dan variabel independen. Dengan menggunakan uji F, dimana tolak H_0 jika F -hitung lebih besar dari F tabel didapatkan bahwa F -hitung yaitu 70,254 dengan p -value sebesar 0,003. Artinya dengan menggunakan taraf kepercayaan sebesar 5%, maka keputusan adalah tolak H_0 dengan kata lain variabel independen berpengaruh signifikan terhadap variabel dependen.

Setelah itu dilakukan pengujian parsial dan didapatkan bahwa yang berpengaruh signifikan terhadap indeks pembangunan manusia hanya sebanyak 1 variabel independen yaitu variabel y_5 (Rata-rata Lama Sekolah). Sehingga modelnya dapat dituliskan seperti Persamaan (1)

$$z_i = 52,3285327 + 2,1063929x_5 + \epsilon_i \quad (1)$$

Dengan nilai Adjusted R-square sebesar 0,9774 maka presentase sumbangan pengaruh variabel independen (rata-rata lama sekolah) terhadap variabel dependen (indeks pembangunan manusia) sebesar 97,74% sedangkan 2,26% sisanya dijelaskan oleh faktor lain diluar model.

4.3 Analisis GWR

Hasil pengujian heterogenitas spasial dengan menggunakan uji Breusch-Pagan (BP) terdapat pada Tabel 4.

TABEL 4. Nilai Uji Heterogenitas Spasial

Kategori	Nilai Duga
Statistik Uji BP	2.4177
P -value	0.7888

Diketahui bahwa tidak terdapat keragaman atau heterogenitas spasial pada data Indeks Pembangunan Manusia di kabupaten/kota Provinsi Bali tahun 2019 terbukti dengan p -value sebesar $0.7888 > 5\%$. Dengan demikian, analisis lanjutan yaitu GWR tidak dapat dilakukan.

Melalui iterasi *Golden Section Research* serta mengambil asumsi jika *bandwidth* yang optimum merupakan nilai *bandwidth* dengan nilai CV terkecil, diperoleh nilai *bandwidth* optimum sebesar 0,9493813 dan CV sebesar 27,34594. *Bandwidth* tersebut digunakan sebagai acuan penentuan *bandwidth* pada masing-masing Kabupaten/Kota tersebut.

4.4 Pemodelan GWR

Weighted Least Squares (WLS) digunakan dalam mengestimasi parameter model GWR. Selain itu pembobot spasial turut diberikan kedalam perhitungannya maka diperoleh hasil estimasi parameter model GWR yang disajikan pada Tabel 5.

TABEL 1. Estimasi Parameter Model GWR

Parameter	Rata-rata	Minimum	Maksimum
Konstanta	51.68831172	49.31089181	54.06573163
y_1	0.000592675	0.00057684	0.00060851
y_2	-0.648384715	-1.11878558	-0.17798385
y_3	-0.23673933	-0.25779112	-0.21568754
y_4	0.00251311	0.00239839	0.00262783
y_5	2.099583795	2.06401178	2.13515581

Dari tabel tersebut diketahui bahwa untuk parameter y_1 , nilai minimum dari estimasi parameter sebesar 0.00057684 dan nilai maksimum dari estimasi parameter tersebut sebesar 0.00060851. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh y_1 (rata-rata pengeluaran per kapita) terhadap indeks pembangunan manusia memiliki kisaran antara 0.00057684 sampai 0.00060851. Model ini menghasilkan nilai R square sebesar 0.9923216 yang artinya presentase sumbangan pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen (indeks pembangunan manusia) sebesar 99,23% sedangkan sisanya dijelaskan oleh faktor lain diluar model.

4.5 Uji Kesesuaian Model GWR

Setelah diperoleh estimasi parameter untuk model regresi OLS dan GWR kemudian dilakukan uji kesesuaian model (*goodness of fit*) untuk melihat apakah faktor geografis berpengaruh terhadap indeks pembangunan manusia di Bali tahun 2019. Bentuk hipotesisnya adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \eta_i(u_1, v_1) = \eta_i(u_2, v_2) = \eta_i(u_3, v_3) = \dots = \eta_i(u_{38}, v_{38}) = \eta_i, i = 1, 2, \dots, 6$$

(tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara model GWR dengan model OLS)

$$H_1 : \eta_1(u_i, v_i) \neq \eta_2(u_i, v_i) \neq \eta_3(u_i, v_i) \neq \dots \neq \eta_p(u_i, v_i) \neq 0$$

(Terdapat perbedaan yang signifikan antara model GWR dengan model OLS, Model GWR lebih baik daripada model OLS)

Dengan menggunakan uji leung dan statistik uji F didapatkan F hitung sebesar 1,0782 dengan nilai T tabel sebesar 2,570582. Diketahui bahwa nilai T tabel yang dihasilkan lebih besar daripada F hitung sehingga keputusan yang diambil adalah gagal menolak H_0 dan kesimpulannya tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara model GWR dengan model OLS. Dalam kasus ini, menunjukkan bahwa estimasi secara global (regresi linier berganda) dengan estimasi model GWR menghasilkan nilai yang sama.

4.6 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik dilakukan berdasarkan nilai AIC yang terdapat pada Tabel 6.

TABEL 2. Nilai AIC Setiap Model

Model	AIC
Regresi OLS	26.11709
Regresi GWR Global	17.47556

Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa nilai AIC dari regresi GWR Global lebih besar dari nilai AIC dari regresi OLS sehingga dapat dikatakan bahwa regresi GWR Global merupakan regresi yang lebih baik atau lebih efektif dalam memodelkan data indeks pembangunan manusia di provinsi Bali tahun 2019.

5. KESIMPULAN

Setelah penelitian terkait pemodelan *multiple regression* dan *geographically weighted regression* pada indeks pembangunan manusia menurut kabupaten/kota di provinsi Bali dilakukan, didapatkan kesimpulan sebagai berikut: Setelah semua uji asumsi klasik terpenuhi, dilakukan analisis regresi linier berganda antara variabel dependen dan variabel independen. Diperoleh hasil bahwa variabel yang berpengaruh signifikan terhadap indeks pembangunan manusia sebanyak 1 variabel independen yaitu variabel Y_5 (Rata-rata Lama Sekolah). Dengan menggunakan *Weighted Least Squares* (WLS) dalam mengestimasi parameter model GWR serta pembobot spasial turut diberikan kedalam perhitungannya. Diketahui bahwa nilai AIC dari regresi GWR Global lebih kecil dari nilai AIC regresi OLS sehingga dapat dikatakan bahwa regresi GWR Global merupakan regresi yang lebih baik atau lebih efektif dalam memodelkan data indeks pembangunan manusia di provinsi Bali tahun 2019.

REFERENSI

- [1] M. F. A. Ryan Ezkirianto, “Analisis Keterkaitan Antara Indeks Pembangunan Manusia dan RDRB per Kapita di Indonesia,” *Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Pembangunan*, pp. 14-29, 2013.
- [2] S. F. Ranis G, “Successful Transition towards a Virtuous Cycle of Human Development and Economic Growth: Country Studies,” *Center Discussion Paper*, vol. No. 943, 2006.
- [3] B. P. S. P. Bali, “Proyeksi Penduduk Provinsi Bali Menurut Jenis Kelamin dan Kabupaten/Kota (Ribu Jiwa), 2018 - 2020,” Badan Pusat Statistik, 2019.
- [4] E. Yektinginsih, “Analisis Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Kabupaten Pacitan tahun 2018,” *Jurnal Ilmiah Sosio Agribis Universitas Wijaya Kusuma Surabaya*, vol. 18, no. 2, pp. 32-50, 2018.
- [5] M. B. Setiawan dan A. Hakim, “Indeks Pembangunan Manusia Indonesia,” *Jurnal Economia*, vol. 9, no. 1, pp. 18-26, 2013.
- [6] J. Supranto, *Analisis Multivariat Arti dan Interpretasi*, Jakarta: Rineka Cipta, 2004.
- [7] N. S. H. Draper, *Analisis Regresi Terapan*, Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 1992.
- [8] R. W. M. Y. D. Monica Firda Agustina, “Pemodelan Geographically Weighted Regression (GWR) pada Tingkat Kemiskinan di Provinsi Jawa Tengah,” *Jurnal Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang*, vol. 3, no. 2, pp. 67-74, 2015.
- [9] B. C. C. M. Fotheingham A.S, *Geographically weighted Regression the Analysis of Spatial Varying Relationships*, United Kingdom: John Wiley & Sons, 2002.
- [10] A. R. A. P. Tiani Wahyu Utami, “Pemodelan Regresi Berganda dan Geographically Weighted Regression pada Tingkat Pengangguran Terbuka di Jawa Tengah,” *Media Statistika*, vol. 9, pp. 113-147, 2016.
- [11] M. C. Z. W. Leung Y, “Statistic Tests for Spatial Non-Stationarity Based on the Geographically Weighted Regression Model,” *Environment and Planning A*, vol. 32, pp. 9-32, 2000.