

Pemodelan Angka Harapan Hidup di Papua dengan pendekatan Geographically Weighted Regression

Ardianto Tanadjaja, Ismaini Zain, dan Wahyu Wibowo

Jurusan Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: ardianto.tanadjaja@gmail.com, ismainizain@gmail.com, wahyu_w@statistika.its.ac.id

Abstrak—Papua merupakan salah satu bagian dengan angka harapan hidup yang rendah di Indonesia. Berdasarkan fakta dan penelitian terdahulu, diketahui bahwa Angka Harapan Hidup (AHH) dipengaruhi oleh faktor yang bervariasi di setiap daerah, sehingga digunakan pemodelan menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* serta dibandingkan dengan metode regresi linier dengan pendekatan OLS. Variabel yang diduga mempengaruhi AHH di 42 kabupaten/kota di Papua adalah persentase rumah tangga menggunakan sumber air minum layak, persentase rumah tangga bersanitasi layak, rata-rata lama sekolah, harapan lama sekolah, lama pemberian ASI, persentase balita mendapat imunisasi, kepadatan penduduk, rasio rumah sakit per 10.000 penduduk, rasio dokter umum per 10.000 penduduk, rasio bidan per 10.000 penduduk, rasio perawat per 10.000 penduduk, serta rasio faskes perdesa. Berdasarkan hasil analisis, data telah memenuhi asumsi heterogenitas spasial pada pengujian *Breusch Pagan* dengan *P-value* sebesar 0.172 dan terdapat dependensi spasial berdasarkan uji Moran's I dengan *P-value* sebesar 0.178. Fungsi pembobot yang digunakan adalah fungsi pembobot *Adaptive Gaussian* dengan *bandwith* sebesar 0.71. terjadi peningkatan nilai R^2 menjadi 98.9 persen pada model GWR dan penurunan nilai SSE menjadi 0.09. Sehingga, pada kasus ini model GWR lebih baik dalam memodelkan dibanding model regresi linier dengan pendekatan OLS. Faktor persentase rumah tangga menggunakan sumber air minum layak, harapan lama sekolah, lama pemberian ASI serta rasio bidan per 10.000 penduduk menjadi faktor signifikan mempengaruhi AHH di setiap kabupaten/kota di Papua dengan taraf signifikansi 18 persen.

Kata Kunci—*Angka Harapan Hidup (AHH), Dependensi Spasial, Heterogenitas, Spasial, GWR, R^2 , SSE.*

I. PENDAHULUAN

ANGKA Harapan Hidup (AHH) merupakan salah satu indikator derajat kesehatan yang digunakan sebagai acuan dalam perencanaan program-program kesehatan dan digunakan sebagai alat evaluasi kinerja pemerintah dalam meningkatkan kesejahteraan penduduk pada umumnya, dan meningkatkan derajat kesehatan pada khususnya. Dimana AHH itu sendiri didefinisikan sebagai rata-rata jumlah tahun yang dijalani oleh seseorang setelah orang tersebut mencapai ulang tahun yang ke- x dimana ukuran yang umum digunakan adalah AHH saat lahir yang mencerminkan kondisi kesehatan saat itu. AHH tiap provinsi di Indonesia bervariasi, ada yang rendah serta ada pula yang tinggi. Salah satu dengan nilai AHH yang rendah terdapat di Papua tahun 2015 sebesar 65.09 tahun.

Faktor-faktor seperti faktor kondisi lingkungan, faktor pelayanan kesehatan serta faktor sosial ekonomi merupakan faktor utama penyebab AHH bernilai tinggi atau rendah [1]. Papua yang terletak di bagian timur Indonesia secara administratif terdiri dari 40 kabupaten dan 2 kota yang memiliki karakteristik berbeda secara geografis antara daerah satu dengan daerah lainnya. Kemudian nilai AHH dari masing-masing kabupaten/kota di Papua pun memiliki variasi seperti halnya AHH tiap provinsi di Indonesia yang bervariasi, ada yang nilai AHH tinggi dan ada pula yang rendah. Hal tersebut menyebabkan perlu dilakukan penelitian lebih dalam apa saja yang menyebabkan nilai AHH bervariasi di AHH. Dengan penelitian menggunakan analisis kualitatif berupa analisis regresi berganda didapatkan variabel prediktor pendidikan, pelayanan kesehatan, PHBS, dan PDRB yang berpengaruh terhadap variabel respon yaitu AHH [2]. Sedangkan dengan menggunakan metode regresi semiparametrik spline didapatkan variabel prediktor angka kematian bayi, persentase bayi berusia 0-11 bulan yang diberi ASI selama 4-6 bulan, dan persentase balita berusia 1-4 tahun yang diberi imunisasi lengkap yang berpengaruh terhadap variabel respon yaitu AHH [3], serta penelitian selanjutnya didapatkan bahwa keadaan lingkungan seperti sanitasi yang layak, kebersihan lingkungan sekitar serta sumber air minum yang layak berpengaruh secara signifikan terhadap AHH.

Berdasarkan data mengenai AHH di setiap kabupaten/kota di Papua pada tahun 2015, pada kabupaten Jayapura sebesar 66.3 tahun kemudian kabupaten Keerom serta kabupaten Sarmi masing-masing sebesar 66.1 tahun dan 65.7 tahun dimana dua kabupaten ini yang berbatasan langsung dengan kabupaten Jayapura, maka dapat diindikasikan bahwa AHH pada Papua menunjukkan pola terhadap pengaruh aspek spasial karena daerah-daerah tersebut yang saling berdekatan memiliki AHH dalam kategori yang sama. Sehingga, dalam penelitian ini akan mengkaji AHH di Papua dengan menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* karena AHH diduga dipengaruhi oleh aspek geografis.

Pada penelitian ini diharapkan diketahui hubungan antara angka harapan hidup di setiap kabupaten di Papua dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya. Untuk menemukan model hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor digunakan metode regresi. Salah satu metode regresi yang menggunakan pertimbangan geografis adalah metode *Geographically Weighted Regression*. Penelitian tentang angka harapan hidup menggunakan GWR pernah dilakukan di dua

provinsi pulau Jawa yaitu provinsi Jawa Tengah dan provinsi Jawa Timur yang menghasilkan GWR lebih baik dibanding Regresi OLS (*Ordinary Least Square*) berdasarkan peningkatan dari nilai R^2 SSE (Sum Square Error)[4].

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Angka Harapan Hidup (AHH) dan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi

AHH adalah perkiraan rata-rata tambahan umur seseorang yang diharapkan dapat terus hidup. AHH juga dapat didefinisikan sebagai rata-rata jumlah tahun yang dijalani oleh seseorang setelah orang tersebut mencapai ulang tahun yang ke- x , sehingga pada umumnya ketika membicarakan AHH, yang dimaksud adalah rata-rata tahun yang akan dijalani seseorang sejak orang tersebut lahir. Kegunaan Angka Harapan Hidup merupakan alat untuk mengevaluasi kinerja pemerintah dalam meningkatkan kesejahteraan penduduk pada umumnya, dan meningkatkan derajat kesehatan pada khususnya. Secara matematis Angka Harapan Hidup dapat dirumuskan sebagai berikut

$$e_0 = \frac{T_0}{I_0}$$

dimana,

e_0 : Angka Harapan Hidup sejak orang lahir

T_0 : Total tahun orang hidup pada saat tepat lahir

I_0 : Jumlah orang pada saat tepat lahir

serta untuk mendapatkan nilai AHH dari tabel kematian yang disusun berdasarkan kematian menurut kelompok umur (*Age Specific Death Rate*).

AHH dapat disebabkan oleh beberapa faktor-faktor yang saling mempengaruhi yaitu faktor lingkungan, pelayanan kesehatan dan sosial ekonomi. Keadaan lingkungan seperti sanitasi yang buruk, kebersihan lingkungan sekitar serta sumber air minum yang tidak layak menjadi salah satu penyebab rendahnya AHH. Penelitian mengenai angka harapan hidup dengan menggunakan model Regresi menyimpulkan bahwa keadaan lingkungan berpengaruh secara signifikan terhadap AHH [4].

Pelayanan kesehatan merupakan konsep yang digunakan untuk menyediakan layanan kesehatan masyarakat. Kemudian pelayanan kesehatan merupakan sub sistem dari layanan kesehatan dimana tujuan utamanya adalah pelayanan pencegahan atau preventif dan peningkatan kesehatan (promotif) dengan sasaran masyarakat. Dengan penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa pelayanan kesehatan seperti pemberian imunisasi lengkap, pemberian ASI memberikan pengaruh terhadap AHH [3].

Pemberian imunisasi sejak dini serta rutin memberikan ASI pada bayi memberikan dampak yang baik untuk AHH di abad ke 20 ini khususnya di negara berkembang, dengan peningkatan kesadaran masyarakat akan pemberian imunisasi sehingga bisa menangkal beberapa virus serta penyakit infeksi sejak kecil. Selain itu, jumlah tenaga medis serta banyaknya fasilitas kesehatan disuatu daerah yang termasuk dalam pelayanan kesehatan menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi AHH [4]. Hal ini menunjukkan ada beberapa faktor didalam pelayanan kesehatan yang mempengaruhi AHH disuatu daerah.

Dari segi sosial ekonomi seperti gaya hidup, lamanya pendidikan, situasi politik, angka kejahatan serta kepadatan penduduk memberikan sebuah pengaruh terhadap Angka Harapan Hidup. Seperti hasil penelitian yang telah dilakukan, beberapa variabel dalam sosial ekonomi seperti lamanya sekolah, urbanisasi memberikan pengaruh terhadap AHH [5].

B. Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif adalah statistika yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi [6].

C. Regresi Linier

Metode regresi adalah metode yang digunakan untuk menyatakan pola hubungan antara satu variabel respon dan satu atau lebih variabel prediktor. Regresi linear merupakan metode yang memodelkan hubungan antara variabel respon (y) dan variabel prediktor ($x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$). Model regresi linier untuk p variabel prediktor secara umum ditulis sebagai berikut [7].

$$y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad (1)$$

dengan

y_i : nilai observasi variabel respon ke- i

x_i : nilai observasi variabel prediktor ke- k pada pengamatan ke- i

β_0 : nilai *intercept* model regresi

β : koefisien regresi variabel prediktor ke- k

ε_i : error pada pengamatan ke- i dengan asumsi independen, identik, dan berdistribusi normal dengan mean nol dan varians konstan σ^2

Untuk mengetahui variabel prediktor mana yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon dilakukan pengujian parameter serentak dan parsial.

1. Uji Serentak

Hipotesis:

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

H_1 : Minimal ada satu $\beta_k \neq 0; k=1,2,\dots,p$

Statistik uji:

Daerah Penolakan

Tolak H_0 jika $F_{hit} > F_{(\alpha;p,n-p-1)}$ atau jika $P_{value} < \alpha$

2. Uji Parsial

Hipotesis:

$H_0 : \beta_k = 0$

H_1 : Minimal ada satu $\beta_k \neq 0; k=1,2,\dots,p$

Statistik uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_k}{SE(\hat{\beta}_k)} \quad (2)$$

Daerah penolakan:

Tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{(\alpha/2, n-p-1)}$

D. Pengujian Asumsi Residual Berdistribusi Normal Regresi Linier Berganda

Pengujian asumsi residual memiliki tujuan untuk mengetahui kelayakan suatu model. Salah satu syarat suatu data dapat dilakukan pemodelan dengan menggunakan metode

GWR adalah memenuhi asumsi residual berdistribusi Normal. Hipotesis yang digunakan dalam pengujian ini sebagai berikut. Hipotesis :

$H_0 : F_n(y) = F_0(y)$ (residual berdistribusi Normal)
 $H_1 : F_n(y) \neq F_0(y)$ (residual tidak berdistribusi Normal)

Statistik uji:

$$D = \text{Sup } |F(x) - F_0(x)| \quad (3)$$

Daerah Penolakan

Tolak H_0 jika $D > D_\alpha$ atau jika $P\text{-value} < \alpha$

E. Heterogenitas Spasial

Heterogenitas spasial merujuk pada adanya keberagaman dalam hubungan secara kewilayahan. Pada hampir setiap kasus dianggap bahwa kita akan mendapatkan hubungan yang berbeda pada setiap lokasi pengamatan. Akibatnya, parameter global yang diduga dari data geografis tidak menggambarkan dengan baik fenomena geografis pada lokasi tertentu [8]. Heterogenitas spasial dapat diidentifikasi menggunakan pengujian *Breusch-Pagan*.

Hipotesis yang digunakan adalah sebagai berikut.

$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma^2$ (tidak terdapat heterogenitas spasial)
 H_1 : minimal ada satu $\sigma_i^2 \neq \sigma^2$ (ada heterogenitas spasial)

Statistik uji:

$$BP = \left(\frac{1}{2}\right) \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} \quad (4)$$

dengan elemen vektor \mathbf{f} adalah:

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

Daerah penolakan

Tolak H_0 jika $BP > X_{\alpha,p}^2$ atau jika $P\text{-value} < \alpha$ dengan p adalah banyaknya prediktor.

F. Dependensi Spasial

Adanya dependensi spasial menunjukkan bahwa pengamatan pada satu lokasi berpengaruh terhadap pengamatan di lokasi yang lain [9]. Salah satu pengujian dependensi spasial dapat dilakukan dengan uji Moran's I.

Hipotesis adalah sebagai berikut.

$H_0 : I_m = 0$ (tidak ada dependensi spasial)
 $H_1 : I_m \neq 0$ (ada dependensi spasial)

Statistik uji :

$$Z_I = \frac{\hat{I} - E(\hat{I})}{\sqrt{\text{Var}(\hat{I})}} \quad (5)$$

dengan

Z : nilai statistik uji indeks Moran's I

$E(\hat{I})$: nilai ekspektasi dari indeks Moran's I

$\text{Var}(\hat{I})$: nilai varians dari indeks Moran's I

Daerah penolakan :

Tolak H_0 jika $|Z_I| > Z_{\frac{\alpha}{2}}$ atau $P\text{-value} < \alpha$

G. Geographically Weighted Regression (GWR)

Model *Geographically Weighted Regression* (GWR) adalah pengembangan dari model regresi dimana setiap parameter dihitung pada setiap lokasi pengamatan, sehingga setiap lokasi pengamatan mempunyai nilai pengamatan regresi yang berbeda-beda. Variabel respon y dalam model GWR diprediksi dengan variabel prediktor yang masing-masing koefisien regresinya bergantung pada lokasi dimana data

tersebut diamati. Model GWR dapat ditulis sebagai berikut [10].

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i$$

dengan

y_i : Nilai observasi variabel respon untuk lokasi ke- i

x_{ik} : Nilai observasi variabel predictor ke- k pada lokasi pengamatan ke- i , $k=1, 2, \dots, p$

$\beta_0(u_i, v_i)$: Nilai *intercept* model regresi GWR

$\beta_k(u_i, v_i)$: Koefisien regresi variabel predictor ke- k pada lokasi pengamatan ke- i

(u_i, v_i) : Koordinat letak geografis (lintang, bujur) dari lokasi pengamatan ke- i

ε_i : Error pengamatan ke- i yang diasumsikan identik, independen dan berdistribusi normal dengan mean nol dan varian konstan σ^2 .

H. Estimasi Parameter Model GWR

Estimasi parameter model GWR dilakukan dengan metode *Weighted Least Square* (WLS) yaitu dengan memberikan penimbang/pembobot yang berbeda pada setiap lokasi pengamatan. Berikut adalah bentuk estimasi parameter dari model GWR untuk setiap lokasi.

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

I. Pembobotan Model GWR

Peran pembobot pada model GWR sangat penting karena nilai pembobot ini mewakili letak data observasi satu dengan lainnya. Fungsi kernel digunakan untuk mengestimasi parameter dalam model GWR jika fungsi jarak (w_j) adalah fungsi yang kontinu. Fungsi Kernel yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu fungsi *Fixed Gaussian*, fungsi *Fixed Bisquare*, fungsi *Fixed Tricube*, fungsi *Adaptive Gaussian*, fungsi *Adaptive Bisquare* dan fungsi *Adaptive Tricube*.

Pemilihan *bandwidth* optimum menjadi sangat penting karena akan mempengaruhi ketepatan model terhadap data, yaitu mengatur varians dan bias dari model. Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan *bandwidth* optimum adalah metode *cross validation* (CV).

J. Pengujian Model GWR

Pengujian model GWR terdiri dari dua macam, yaitu uji kesesuaian antara model regresi linear dengan model GWR dan uji parsial model GWR.

1. Uji Kesesuaian Antara Model Regresi Linear dengan Model GWR

Hipotesis :

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

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

Statistik uji:

$$F_{\text{hitung}} = \frac{\frac{(\text{SSE}(\text{OLS}) - \text{SSE}(\text{GWR}))}{v}}{\frac{\text{SSE}(\text{GWR})}{\delta_1}} \quad (6)$$

Daerah Penolakan:

Tolak H_0 jika $F_{\text{hitung}} > F_{(1-\alpha; df_1; df_2)}$

2. Uji Parsial Model GWR

Hipotesis:

$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = 0$
 $H_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq 0; k=1,2,\dots,p$
 Statistik uji:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{\hat{\sigma}\sqrt{c_{kk}}} \quad (7)$$

Daerah Penolakan

Tolak H_0 jika $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, (\delta_1^2/\delta_2)}$

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik tahun 2015 Papua yang terdiri dari 42 kabupaten/kota

B. Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan 12 variabel prediktor dan 1 variabel respon dari ke 42 kabupaten/kota di Papua dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1.
Sumber data Penelitian

Kode	Variabel	Skala
y	Angka Harapan Hidup	Rasio
x ₁	Persentase Rumah Tangga menggunakan Sumber Air Minum Layak	Rasio
x ₂	Persentase Rumah Tangga Bersanitasi Layak	Rasio
x ₃	Rata-Rata Lama Sekolah	Rasio
x ₄	Harapan Lama Sekolah	Rasio
x ₅	Lamanya Pemberian ASI (bulan)	Rasio
x ₆	Persentase Balita Mendapat Imunisasi Lengkap	Rasio
x ₇	Kepadatan Penduduk	Rasio
x ₈	Rasio Rumah Sakit per 10.000 penduduk	Rasio
x ₉	Rasio Dokter Umum per 10.000 penduduk	Rasio
x ₁₀	Rasio Bidan per 10.000 penduduk	Rasio
x ₁₁	Rasio Perawat per 10.000 penduduk	Rasio
x ₁₂	Rasio Faskes perdesa	Rasio

C. Langkah Analisis

Berikut adalah langkah-langkah analisis yang digunakan dalam melakukan penelitian ini sesuai dengan tujuan penelitian

1. Mendeskripsikan angka harapan hidup dan faktor yang mempengaruhinya di setiap kabupaten/kota di Papua.
 - a. Mendeskripsikan data dengan menggunakan statistika deskriptif dan peta tematik menjadi 5 kategori (sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, sangat tinggi) dengan menggunakan metode *Natural Break*.
2. Memodelkan faktor yang mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Papua dengan menggunakan metode *Geographically Weighted Regression*.
 - a. Menguji multikolinearitas pada setiap variabel prediktor dengan menggunakan nilai VIF
 - b. Memodelkan menggunakan regresi *Ordinary Least Square*
 - c. Memeriksa heterogenitas spasial dengan menggunakan statistik uji Breusch-Pagan
 - d. Melakukan pemilihan pembobot terbaik

- e. Memeriksa dependensi aspek spasial dengan menggunakan statistik uji Morans'I berdasarkan pembobot terbaik
- f. Melakukan pemodelan GWR
- g. Mendapatkan estimasi parameter untuk model GWR pada masing-masing lokasi
- h. Melakukan perbandingan model GWR dan OLS.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik AHH dan Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhinya.

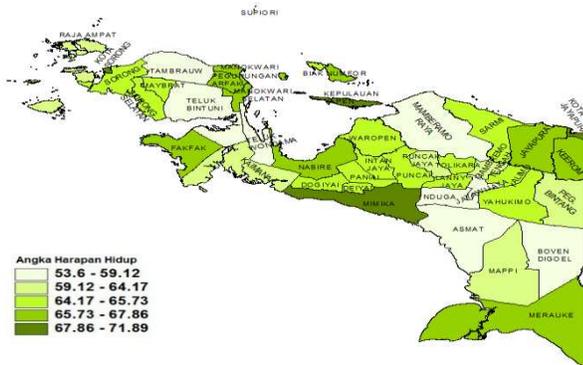
Sebelum melakukan pemodelan dengan menggunakan metode regresi linier dengan pendekatan OLS dan GWR, terlebih dahulu dilakukan analisis secara deskriptif untuk mengetahui karakteristik variabel yang digunakan.

Rata-rata angka harapan hidup di Papua dikatakan cukup rendah yaitu setiap satu anak lahir di Papua mempunyai rata-rata tahun akan dijalani sebesar 64.29 tahun atau mendekati 64 tahun pada tahun 2015, Terdapat 14 kabupaten/kota di Papua yang memiliki AHH lebih kecil dari rata-rata dan 28 kabupaten/kota di Papua yang memiliki AHH lebih besar dari rata-rata. Pada Tabel 4.1 ditunjukkan nilai minimum AHH sebesar 53.6 yaitu di Kabupaten Nduga dan nilai maksimum AHH sebesar 71.89 yaitu di Kabupaten Mimika, variabel AHH menjadi variabel dengan nilai varians yang paling rendah dibanding variabel lainnya yaitu sebesar 6.07 yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2.
Statistik Deskriptif Variabel dalam Analisis

Variabel	Rata-rata	Koefisien Varians	Minimum	Maksimum
Y	64.29	6.07	53.6	71.89
X ₁	40.72	74.64	0.00	94.69
X ₂	47.77	66.46	0.00	96.91
X ₃	6.025	45.60	0.64	11.11
X ₄	10.275	27.03	2.17	14.17
X ₅	10.455	20.84	6.97	18.3
X ₆	30.76	75.41	0.00	85.42
X ₇	34.4	203.16	0.9	343.5
X ₈	0.12	103.73	0.00	0.55
X ₉	2.69	69.3	0.22	7.7
X ₁₀	8.95	88.98	0.21	43.42
X ₁₁	19.11	68.87	2.9	57.19
X ₁₂	0.13	69.41	0.03	0.49

Pembagian AHH di Papua menjadi 5 kategori yaitu sangat rendah, rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Berdasarkan Gambar 1 secara visual dapat terlihat bahwa angka harapan hidup menunjukkan pola mengelompok. Beberapa kabupaten/kota yang terletak dibagian timur laut termasuk didalam daerah AHH yang berkategori tinggi, sedangkan bagian barat laut didominasi dengan AHH kategori rendah dan sangat rendah yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Persebaran Angka Harapan Hidup di Papua tahun 2015

B. Pengujian Multikolonieritas menggunakan VIF

Sebelum melakukan pemodelan, terlebih dahulu dilakukan deteksi multikolonieritas. Kriteria terjadi kasus multikolonieritas pada variabel prediktor dapat dilihat dari nilai VIF dari tiap masing-masing variabel yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan nilai VIF yang diatas dari 10 adalah variabel x_3 , artinya terdapat autokorelasi pada variabel x_3 , sehingga dengan membuang x_3 dapat dilanjutkan pada pemodelan menggunakan metode regresi linier dengan pendekatan OLS.

Tabel 3.
Nilai VIF Variabel Prediktor

Variabel	Nilai VIF
x_1	3.638
x_2	5.316
x_3	13.556
x_4	5.274
x_5	1.354
x_6	1.709
x_7	2.058
x_8	1.822
x_9	2.583
x_{10}	2.606
x_{11}	2.072
x_{12}	1.742

C. Pengujian Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Pengujian asumsi residual Normal digunakan untuk menguji apakah model regresi, data memiliki distribusi Normal. Dalam penelitian dengan metode GWR, diperlukan data yang memenuhi asumsi residual Normal. Berdasarkan uji Kolmogorov Smirnov, diperoleh P-value sebesar < 0.010 atau tolak H_0 yang berarti residual tidak berdistribusi normal. Oleh karena itu dilakukan transformasi terhadap variabel respon menjadi $\ln(k-y)$ dengan nilai k merupakan nilai terbesar di dalam variabel y ditambah nilai satu, dimana variabel y pada penelitian ini dengan nilai terbesarnya adalah sebesar 71.89 sehingga nilai k menjadi sebesar 72.89, sehingga pada penelitian ini variabel respon akan bertransformasi menjadi $\ln(72.89-y)$. Setelah dilakukan transformasi terhadap variabel respon, diperoleh P-value Kolmogorov Smirnov sebesar > 0.150 . Nilai ini lebih besar dari nilai α sebesar 0.05 sehingga diputuskan gagal tolak

H_0 atau data yang digunakan memenuhi asumsi Residual berdistribusi Normal.

D. Pemodelan Regresi Ordinary Least Square (OLS) Angka Harapan Hidup

Diperoleh model regresi linier OLS sebagai berikut.

$$\ln(72.89 - y) = 2.19 - 0.00938 x_1 - 0.00275 x_2 - 0.0420 x_4 + 0.0363 x_5 - 0.00048 x_6 - 0.00022 x_7 + 0.309 x_8 - 0.0115 x_9 + 0.0365 x_{10} + 0.00519 x_{11} + 0.104 x_{12}$$

Untuk memudahkan dalam interpretasi, maka pemodelan dapat dituliskan sebagai berikut.

$$Y = 72.89 + e^{g(x)}$$

dimana:

$$g(x) = -2.19 + 0.00938 x_1 + 0.00275 x_2 + 0.0420 x_4 - 0.0363 x_5 + 0.00048 x_6 + 0.00022 x_7 - 0.309 x_8 + 0.0115 x_9 - 0.0365 x_{10} - 0.00519 x_{11} - 0.104 x_{12}$$

Selanjutnya dilakukan pengujian signifikansi parameter secara serentak. Berdasarkan analisis diperoleh P-value sebesar 0.002 atau kurang dari nilai α (0.18) sehingga merujuk pada persamaan (1) disimpulkan tolak H_0 yang artinya paling sedikit ada satu variabel prediktor yang memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel respon.

Untuk mengetahui variabel mana saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon, dilakukan pengujian signifikansi parameter secara parsial. Hasil uji signifikansi dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan Tabel 4, dengan taraf signifikansi 0.18 diketahui bahwa variabel yang berpengaruh secara signifikan terhadap angka harapan hidup atau tolak H_0 diperoleh dua variabel prediktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon yaitu persentase rumah tangga menggunakan sumber air minum layak dan rasio bidan per 10.000 penduduk.

Tabel 4.
Uji Signifikansi Parameter Secara Parsial

Variabel	P-value
Persentase Rumah Tangga menggunakan SAM Layak	0.010
Persentase Rumah Tangga Bersanitasi Layak	0.435
Harapan Lama Sekolah	0.270
Lamanya Pemberian ASI (bulan)	0.268
Persentase Balita Mendapat Imunisasi Lengkap	0.882
Kepadatan Penduduk	0.861
Rasio Rumah Sakit per 10.000 penduduk	0.653
Rasio Dokter Umum per 10.000 penduduk	0.824
Rasio Bidan per 10.000 penduduk	0.006
Rasio Perawat per 10.000 penduduk	0.442
Rasio Faskes perdesa	0.909

Dengan model regresi linier berganda dengan pendekatan OLS yang hanya menggunakan variabel yang signifikan dapat ditulis sebagai berikut.

$$\ln(72.89 - y) = 2.27 - 0.0137x_1 + 0.0367x_{10}$$

Untuk memudahkan dalam interpretasi, maka pemodelan dapat ditulis sebagai berikut.

$$Y = 72.89 + e^{g(x)}$$

$$g(x) = -2.27 + 0.0137x_1 - 0.0367x_{10}$$

E. Pengujian Heterogenitas Spasial dan Dependensi Spasial

Diperoleh P-value pengujian Breusch Pagan sebesar 0.172. Dengan menggunakan taraf signifikansi sebesar 0.18 maka

diputuskan tolak H_0 atau terdapat heterogenitas spasial pada data yang diamati. Kemudian pada pengujian *Moran's I* merupakan pengujian yang dilakukan untuk melihat apakah pengamatan di suatu lokasi berpengaruh terhadap pengamatan di lokasi lain yang letaknya saling berdekatan. Diketahui bahwa pada penelitian ini diperoleh *p-value* sebesar 0.178 atau kurang dari α sebesar 0.18 sehingga dapat disimpulkan bahwa tolak H_0 atau terdapat dependensi spasial pada pengamatan.

F. Pemodelan GWR

Setelah aspek dependensi spasial dan heterogenitas spasial terpenuhi, selanjutnya dilakukan pemilihan pembobot optimum yang akan dimasukkan dalam pemodelan GWR.

Tabel 5.

Pemilihan Pembobot Optimum		
Fungsi Pembobot	CV minimum	Bandwith
Fixed Gaussian	5.221482	12.51492
Adaptive Gaussian	5.203978	0.7142918
Fixed Bisquare	5.521746	12.51491
Adaptive Bisquare	6.617306	6.617306
Fixed Tricube	5.594495	12.51493
Adaptive Tricube	6.771299	0.9999415

Salah satu kriteria pembobot terbaik adalah dengan meminimumkan nilai CV. Berdasarkan Tabel 5, dapat diketahui bahwa nilai CV paling minimum diperoleh dengan menggunakan fungsi pembobot *Adaptive Gaussian*, yaitu dengan CV minimum sebesar 5.203978 dan *bandwidth* sebesar 0.714918.

Setelah ditentukan pembobot yang digunakan, selanjutnya dilakukan pemodelan dengan metode GWR. Tabel 6 menunjukkan hasil estimator pada model GWR berupa Bandwidth, R^2 dan SSE.

Tabel 6.

Hasil Estimator Model GWR	
Bandwith	0.7142198
R^2	98.9001 persen
SSE	0.008620629

Informasi yang didapatkan dari Tabel 6 yaitu dengan *bandwidth* sebesar 0.71 nilai koefisien determinasi (R^2) model GWR sebesar 98.9001 persen yang berarti model yang terbentuk dapat menjelaskan variabel angka harapan hidup sebesar 98.9001 persen dan sisanya dijelaskan oleh variabel lain yang tidak diamati dalam model, dengan nilai *Sum Square Error* (SSE) sebesar 0.009.

G. Pengujian Kesesuaian Model GWR

Berdasarkan penghitungan pada persamaan (8), diperoleh nilai F_{hitung} sebesar 3.6547 atau lebih besar dibanding $F_{tabel}(0.18;2.041;30) = 1.698$ sehingga dapat disimpulkan bahwa tolak H_0 artinya ada perbedaan yang signifikan antara model regresi OLS dan GWR.

H. Pengujian Signifikansi Parameter Model GWR

Pengujian signifikansi parameter model GWR secara parsial dilakukan untuk mengetahui parameter mana saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap Angka Harapan Hidup di setiap kabupaten/kota di Papua. Hipotesis yang digunakan

dalam pengujian model GWR secara parsial adalah sebagai berikut.

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

$$H_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq 0; k=1,2,\dots,7$$

Jika nilai $|t_{hitung}| > t_{tabe}$ maka parameter signifikan pada lokasi pengamatan. Berdasarkan uji parsial, diperoleh bahwa variabel yang signifikan untuk seluruh kabupaten/kota di Papua dengan taraf signifikansi sebesar 18 persen adalah variabel X_1, X_4, X_5 dan X_{10}

I. Interpretasi Model GWR

Pada pemodelan GWR, daerah satu memiliki model berbeda dengan model lainnya. Pemodelan tiap kabupaten/kota di Papua dapat dilihat pada Lampiran. Pada pembahasan ini dilakukan interpretasi model kota Jayapura sebagai berikut.

$$\ln(72.89 - y) = 2.047 - 0.00772 x_1 - 0.0788 x_4 + 0.061567 x_5 + 0.0513 x_{10}$$

Untuk memudahkan dalam interpretasi, maka pemodelan dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\hat{Y}_{Jayapura} = 72.89 - e^{g(x)}$$

$$g(x) = 2.047 - 0.00772 x_1 - 0.0788 x_4 + 0.061567 x_5 + 0.0513 x_{10}$$

Penjelasan yang diperoleh berdasarkan model di atas untuk Kota Jayapura, yaitu untuk setiap kenaikan 1 persen persentase Rumah Tangga menggunakan Sumber Air Minum Layak akan menaikkan AHH sebesar $e^{0.00883} = 1.0089 \approx 1$ tahun dengan asumsi variabel lain tetap. Untuk setiap kenaikan lama harapan sekolah di tiap kabupaten/kota sebesar 1 tahun, maka akan menaikkan AHH sebesar $e^{0.0576} = 1.05929 \approx 1$ tahun bila diasumsikan faktor lain tetap, tetapi AHH akan turun sebesar $e^{0.03447} = 1.0351 \approx 1$ tahun jika lama pemberian ASI meningkat 1 bulan dengan faktor lain tetap. Kemudian setiap kenaikan satu nilai rasio bidan per 10.000 penduduk akan menurunkan AHH sebesar $e^{0.0345} = 1.0351 \approx 1$ tahun bila faktor lain dianggap tetap.

J. Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik merupakan proses evaluasi dari model untuk mengetahui seberapa besar peluang masing-masing model yang terbentuk sudah sesuai dengan data. Pada penelitian ini dibandingkan model OLS dan GWR berdasarkan kriteria R^2 dan SSE.

Tabel 7.

Perbandingan Model OLS dan GWR		
Kriteria	Regresi Linear	GWR
R^2	57.70 persen	98.90 persen
SSE	4.6084	0.0862

Berdasarkan Tabel 7 diperoleh informasi bahwa berdasarkan nilai R^2 dan nilai SSE, model GWR lebih baik dibandingkan model regresi linier. Model GWR terbukti mampu meningkatkan nilai R^2 dan menurunkan nilai *Sum Square Error*.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis menunjukkan karakteristik angka harapan hidup mengelompok sesuai kategori. Faktor-faktor yang secara

signifikan mempengaruhi angka harapan hidup di setiap kabupaten/kota di Papua secara spasial dengan taraf signifikansi sebesar 18% adalah persentase rumah tangga menggunakan sumber air minum layak, harapan lama sekolah, lama pemberian ASI serta rasio bidan per 10.000 penduduk. Pemodelan dengan GWR mendapatkan nilai R^2 sebesar 98.90 persen dan diperoleh SSE sebesar 0.0086, dengan salah satu bentuk model GWR yaitu pada kota Jayapura sebagai berikut,

$$\hat{Y}_{Jayapura} = 72.89 + e^{g(x)}$$

$$g(x) = -2.047 + 0.00772 x_1 + 0.0788 x_4 - 0.061567 x_5 - 0.0513 x_{10}$$

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan untuk mempertimbangkan kembali variabel-variabel seperti rasio jumlah bidan dan rata-rata lama pemberian ASI, karena walau memberikan hasil yang signifikan terhadap angka harapan hidup tetapi justru model yang dihasilkan bernilai negatif terhadap AHH yang mana seharusnya memberikan hasil bernilai positif.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Halicioglu, F. 2011. *Modeling Life Expectancy in Turkey, Economic Modeling*. Turki: Jurnal Publikasi Universitas Yeditepe.
- [2] Firdial, L. 2011. *Pemodelan Angka Harapan Hidup di Jawa Timur dan Jawa Tengah dengan Metode Geographically Weighted Regression*. Surabaya: Penelitian Jurusan Statistika FMIPA ITS.
- [3] Sugiantri, A. P. 2011. *Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Jawa Timur Menggunakan Regresi Parametrik Spline*. Surabaya: Penelitian Jurusan Statistika FMIPA ITS.
- [4] Ardianto, A. V. 2015. *Faktor-faktor yang mempengaruhi Angka Harapan Hidup di Kabupaten Jember*. Jember: Penelitian Jurusan Ekonomi Pembangunan FE Universitas Jember.
- [5] Halicioglu, F. 2011. *Modeling Life Expectancy in Turkey, Economic Modeling*. Turki: Jurnal Publikasi Universitas Yeditepe.
- [6] Walpole, R. 1995. *Intoduction to Statistics*. New York: Macmillan Publishing Co. Inc.
- [7] Draper, N. R., & Smith, H. 1992. *Analisis Regresi Terapan Edisi Kedua*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [8] Anselin, L. 1988. *Spatial Econometris: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- [9] Lesage, J., & Pace, R. K. 2001. *Introduction to Spatial Econometrics*. New York: CRC Press.
- [10] Fotheringham, A. S., Brunson, C., & Charlton, M. E. 2002. *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationship*. England: John Wiley and Sons LTd.