

**PERBANDINGAN MODEL *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED  
REGRESSION (GWR) DENGAN FUNGSI PEMBOBOT *FIXED  
GAUSSIAN KERNEL DAN *ADAPTIVE GAUSSIAN KERNEL*****

(Studi Kasus: Angka Kemiskinan di Provinsi Papua Tahun 2020)

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
Mencapai derajat Sarjana S-1  
Program Studi Matematika



**Diajukan Oleh**

**MIA CAROLINA**

**18106010025**

**Kepada**

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UIN SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA**

**2022**



## **SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR**

Hal : Persetujuan Skripsi / Tugas Akhir

Lamp :

Kepada  
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
di Yogyakarta

*Assalamu 'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Mia Carolina

NIM : 18106010025

Judul Skripsi : Perbandingan Model *Geographically Weighted Regression (GWR)* dengan Fungsi Pembobot *Fixed Gaussian Kernel* dan *Adaptive Gaussian Kernel* (Studi Kasus: Angka Kemiskinan di Provinsi Papua Tahun 2020)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Program Studi Matematika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu 'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, 15 November 2022

Pembimbing I

Mohammad Farhan Qudratullah, S.Si., M.Si  
NIP. 19790922 200801 1 011

Pembimbing II

Muhamad Zaki Riyanto, S.Si., M.Sc  
NIP. 19840113 201503 1 001



**KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

**PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

Nomor : B-2816/Un.02/DST/PP.00.9/12/2022

Tugas Akhir dengan judul : PERBANDINGAN MODEL GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION (GWR) DENGAN FUNGSI PEMBOBOT FIXED GAUSSIAN KERNEL DAN ADAPTIVE GAUSSIAN KERNEL (Studi Kasus: Angka Kemiskinan di Provinsi Papua Tahun 2020)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : MIA CAROLINA  
Nomor Induk Mahasiswa : 18106010025  
Telah diujikan pada : Senin, 05 Desember 2022  
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

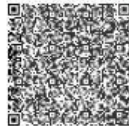
**TIM UJIAN TUGAS AKHIR**



Ketua Sidang

Mohammad Farhan Qudratullah, S.Si., M.Si  
SIGNED

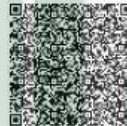
Valid ID: 639168598301



Penguji I

Muhamad Zaki Riyanto, S.Si., M.Sc.  
SIGNED

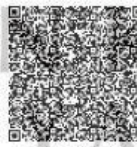
Valid ID: 63a122a1c1383



Penguji II

Sri Istiyarti Uswatun Chasanah, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 639a5a13d144



Yogyakarta, 05 Desember 2022  
UIN Sunan Kalijaga  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Dr. Dra. Hj. Khurul Wardati, M.Si.  
SIGNED

Valid ID: 63a1465e54532

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mia Carolina  
NIM : 18106010025  
Program Studi : Matematika  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini menyatakan bahwa isi skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi dan sesungguhnya skripsi ini merupakan hasil pekerjaan penulis sendiri sepanjang pengetahuan penulis, bukan duplikasi atau saduran dari karya orang lain kecuali bagian tertentu yang penulis ambil sebagai bahan acuan. Apabila terbukti pernyataan ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis.

Yogyakarta, 23 November 2022

  
Mia Carolina

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kemampuannya” (QS. Al-Baqarah: 286)

“Nyatakan perasaan, hentikan penyesalan, maafkan kesalahan, tertawakan kenangan, kejar impian. Hidup terlalu singkat untuk dipakai meratap” (Fiersa Besari)



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Karya tulis ini penulis persembahkan untuk:

Kedua orang tua, Bapak Tri Widodo dan Ibu Misriyanti, adik penulis, Agung dan Amel yang senantiasa memberikan doa, dukungan, cinta dan kasih sayang yang tak terbatas kepada penulis.

Seluruh keluarga dan sahabat penulis yang telah kebersamai dan memotivasi penulis.

Almamater UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.



## PRAKATA

Puji syukur selalu dipanjatkan atas kehadiran Allah SWT yang mana atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Perbandingan Model *Geographically Weighted Regression* (GWR) dengan Fungsi Pembobot *Fixed Gaussian Kernel* dan *Adaptive Gaussian Kernel* (Studi Kasus: Angka Kemiskinan di Provinsi Papua Tahun 2020)”. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Baginda Rasulullah Muhammad SAW yang mana selalu kita nanti-nantikan syafaatnya di *yaumul qiamah* kelak.

Penulisan skripsi ini ditujukan untuk melengkapi persyaratan dalam memperoleh gelar kesarjanaan pada Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta. Penulis menyadari dalam terselesaikannya penyusunan skripsi ini tentu tidak lepas atas bimbingan, motivasi, serta bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Ibu Dr. Khurul Wardati, M.Si. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Muchammad Abrori, S.Si., M.Kom selaku Ketua Program Studi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
3. Bapak Mohammad Farhan Quadratullah, S.Si., M.Si selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah memberikan waktu, arahan serta berbagai kemudahan dalam penyelesaian skripsi ini.

4. Bapak Muhamad Zaki Riyanto, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing skripsi yang telah memberikan waktu, arahan serta berbagai kemudahan dalam penyelesaian skripsi ini.
5. Segenap dosen dan staff Fakultas Sains dan Teknologi yang telah memberikan ilmu dan pelayanan yang baik selama perkuliahan hingga terselesaikannya penyusunan skripsi ini.
6. Orangtua penulis, Bapak Tri Widodo dan Ibu Misriyanti yang senantiasa melimpahkan dukungan, doa, serta kasih sayang yang tak terbatas.
7. Ahmad Agung Satrio Jawawi dan Amel A.C. Ryan sebagai adik yang selalu memberikan semangat dan motivasi.
8. Teman-teman Matematika Angkatan 2018 dan teman satu bimbingan tugas akhir yang telah menghabiskan waktu bersama, berbagi keluh kesah, serta memberikan seluruh bantuan selama masa perkuliahan.
9. Sahabat penulis, Ayu Tipa Uswatun, Nur Halimah, Aura Latifa, Nisa Musyarofatun, dan Btarie Masitha Ciptaningtyas A., yang senantiasa menemani dan memberikan segala dukungan kepada penulis.
10. Seluruh pihak yang telah membantu terselesaikannya skripsi ini.

Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sebagai upaya perbaikan. Walaupun demikian penulis tetap berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak yang membacanya.



Yogyakarta, 23 November 2022

Penulis

Mia Carolina



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMBANG</b> .....	<b>xvii</b>
<b>INTISARI</b> .....	<b>xx</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xxi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Batasan Masalah.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	7
1.5 Manfaat Penelitian.....	8
1.6 Studi Literatur.....	8
1.7 Sistematika Penulisan.....	10
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	<b>12</b>
2.1 Analisis Regresi Linear Berganda .....	12
2.2 Metode Estimasi Parameter Regresi Linear Berganda dengan OLS.....	14
2.3 Uji Signifikansi Model Regresi .....	15
2.3.1 Uji F (Uji Simultan) .....	16
2.3.2 Uji t (Uji Parsial).....	17
2.4 Pengujian Asumsi Regresi.....	18
2.4.1 Uji Normalitas.....	18

2.4.2	Uji Multikolinearitas .....	19
2.4.3	Autokorelasi .....	20
2.4.4	Uji Heteroskedastisitas .....	21
2.5	Metode Pemilihan Model Terbaik dalam Regresi .....	22
2.6	Kriteria dalam Pemilihan Model Terbaik .....	24
2.7	Data Spasial .....	25
2.8	Kemiskinan .....	26
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>		<b>29</b>
3.1	Jenis dan Sumber Data .....	29
3.2	Metode Pengumpulan Data .....	29
3.3	Obyek Penelitian .....	29
3.4	Variabel Penelitian .....	30
3.4.1	Laju Pertumbuhan Penduduk ( $X_1$ ) .....	30
3.4.2	Laju Pertumbuhan PDRB ( $X_2$ ) .....	31
3.4.3	Akses Sanitasi Layak ( $X_3$ ) .....	32
3.4.4	Gini Rasio ( $X_4$ ) .....	33
3.5	Metode Penelitian .....	34
3.6	Metode Analisis Data .....	34
3.7	Alat Pengolahan Data .....	36
3.8	<i>Flow Chart</i> .....	36
<b>BAB IV PEMODELAN <i>GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION</i> 38</b>		
4.1	Model <i>Geographically Weighted Regression</i> (GWR) .....	38
4.2	Estimasi Parameter Model GWR .....	39
4.3	Sifat Estimasi Parameter .....	42
4.4	Koordinat Spasial .....	42
4.5	Fungsi Pembobot GWR .....	43
4.5.1	Fungsi Invers Jarak .....	43
4.5.2	Fungsi Kernel .....	44
4.6	<i>Bandwidth</i> Optimum .....	46
4.7	Pengujian Hipotesis Model GWR .....	47
4.7.1	Uji Kesesuaian Model (Uji Signifikansi F) .....	47
4.7.2	Uji Parameter Model (Uji t) .....	49

4.8	Menentukan Model Terbaik .....	49
4.8.1	Koefisien Determinasi ( $R^2$ ) .....	49
4.8.2	<i>Akaike Information Criterion</i> (AIC) .....	50
<b>BAB V</b>	<b>.....</b>	<b>52</b>
5.1	Pendeskripsian Data .....	52
5.2	Analisis Kemiskinan Menggunakan Regresi Linear Berganda.....	59
5.2.1	Uji F (Uji Simultan).....	59
5.2.2	Uji t (Uji Parsial).....	60
5.3	Uji Asumsi Regresi .....	62
5.3.1	Uji Normalitas .....	62
5.3.2	Uji Multikolinearitas .....	63
5.3.3	Uji Autokorelasi .....	64
5.3.4	Uji Heteroskedastisitas.....	65
5.4	Metode <i>Geographically Weighted Regression</i> (GWR).....	66
5.4.1	Model GWR Fungsi Pembobot <i>Fixed Gaussian Kernel</i> .....	66
5.4.2	Penentuan <i>Bandwidth</i> Optimum Fungsi Pembobot <i>Fixed Gaussian Kernel</i> .....	67
5.4.3	Matriks Pembobot <i>Fixed Gaussian Kernel</i> .....	67
5.4.4	Estimasi Parameter Model dengan Fungsi Pembobot <i>Fixed Gaussian Kernel</i> .....	71
5.4.5	Pengujian Hipotesis Model GWR Fungsi Pembobot <i>Fixed Gaussian Kernel</i> .....	73
5.4.6	Model GWR Fungsi Pembobot <i>Adaptive Gaussian Kernel</i> .....	79
5.4.7	Penentuan <i>Bandwidth</i> Optimum Fungsi Pembobot <i>Adaptive Gaussian Kernel</i> .....	79
5.4.8	Matriks Pembobot <i>Adaptive Gaussian Kernel</i> .....	79
5.4.9	Estimasi Parameter Model Menggunakan Fungsi Pembobot <i>Adaptive Gaussian Kernel</i> .....	83
5.4.10	Pengujian Hipotesis Model GWR Fungsi Pembobot <i>Adaptive Gaussian Kernel</i> .....	85
5.5	Perbandingan Langkah-langkah pada Fungsi Pembobot <i>Fixed Gaussian Kernel</i> dan <i>Adaptive Gaussian Kernel</i> .....	90
5.6	Pemilihan Model Terbaik .....	91
<b>BAB VI</b>	<b>.....</b>	<b>93</b>

6.1 Kesimpulan.....	93
6.2 Saran.....	96
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>97</b>



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1. 1</b> Studi Literatur.....	8
<b>Tabel 2. 1</b> Tabel ANOVA untuk Regresi Linear.....	16
<b>Tabel 4. 1</b> Perbedaan Pemodelan GWR dengan Regresi Klasik .....	38
<b>Tabel 5. 1</b> Analisis Deskriptif Variabel-variabel Penelitian.....	52
<b>Tabel 5. 2</b> Uji F.....	59
<b>Tabel 5. 3</b> Uji t.....	61
<b>Tabel 5. 4</b> Uji Multikolinearitas .....	63
<b>Tabel 5. 5</b> Uji Normalitas .....	62
<b>Tabel 5. 6</b> Uji Heteroskedastisitas .....	65
<b>Tabel 5. 7</b> Jarak <i>Euclidean</i> dan Matriks Pembobot <i>Fixed Gaussian Kernel</i> pada Kabupaten Merauke .....	69
<b>Tabel 5. 8</b> Estimasi Parameter Model GWR Fungsi Pembobot <i>Fixed Gaussian Kernel</i> .....	71
<b>Tabel 5. 9</b> Uji Kesesuaian Model (Uji Signifikansi F).....	73
<b>Tabel 5. 10</b> Nilai t-hitung Model GWR Angka Kemiskinan Setiap Kabupaten/kota di Provinsi Papua.....	74
<b>Tabel 5. 11</b> Uji Parameter Model GWR Fungsi Pembobot <i>Fixed Gaussian Kernel</i> di Kabupaten Merauke.....	76
<b>Tabel 5. 12</b> Pengelompokan Kabupaten/kota Menurut Variabel Bebas yang Signifikan.....	78
<b>Tabel 5. 13</b> Jarak <i>Euclidean</i> dan Matriks Pembobot <i>Adaptive Gaussian Kernel</i> pada Kabupaten Merauke .....	81
<b>Tabel 5. 14</b> Estimasi Parameter Model GWR Fungsi Pembobot <i>Adaptive Gaussian Kernel</i> .....	83
<b>Tabel 5. 15</b> Uji Kesesuaian Model (Uji Signifikansi F).....	85
<b>Tabel 5. 16</b> Nilai t-hitung Model GWR Angka Kemiskinan Setiap Kabupaten/kota di Provinsi Papua.....	86
<b>Tabel 5. 17</b> Uji Parameter Model GWR Fungsi Pembobot <i>Adaptive Gaussian Kernel</i> di Kabupaten Merauke.....	88
<b>Tabel 5. 18</b> Pengelompokan Kabupaten/kota Menurut Variabel Bebas yang Signifikan.....	89
<b>Tabel 5. 19</b> Perbandingan nilai $R^2$ dan AIC pada model OLS dan GWR .....	91

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 3. 1</b> <i>Flow Chart</i> Pemodelan dengan Regresi Berganda dan GWR.....	37
<b>Gambar 4. 1</b> Fungsi kernel normal (Fotheringham dkk., 2002) .....	45
<b>Gambar 4. 2</b> Fungsi Pembobot <i>Fixed Gaussian Kernel</i> .....	45
<b>Gambar 4. 3</b> Fungsi Pembobot <i>Adaptive Gaussian Kernel</i> .....	46
<b>Gambar 5. 1</b> Peta kemiskinan di Provinsi Papua tahun 2020 (Badan Pusat Statistik Provinsi Papua, 2020).....	53
<b>Gambar 5. 2</b> Grafik laju pertumbuhan penduduk di Provinsi Papua tahun 2020 (Badan Pusat Statistik Provinsi Papua, 2020) .....	54
<b>Gambar 5. 3</b> Grafik laju pertumbuhan PDRB di Provinsi Papua 2020 (Badan Pusat Statistik Provinsi Papua, 2020) .....	55
<b>Gambar 5. 4</b> Grafik akses terhadap sanitasi layak di Provinsi Papua tahun 2020 (Badan Pusat Statistik Provinsi Papua, 2020) .....	57
<b>Gambar 5. 5</b> Grafik gini rasio di Provinsi Papua tahun 2020 (Badan Pusat Statistik Provinsi Papua, 2020).....	58
<b>Gambar 5. 6</b> Pengelompokan kabupaten/kota berdasarkan variabel bebas yang signifikan menggunakan fungsi pembobot <i>fixed gaussian kernel</i> ..	92

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1</b> Data Kemiskinan Provinsi Papua Tahun 2020 .....	102
<b>Lampiran 2</b> Deskripsi Data .....	103
<b>Lampiran 3</b> Pemodelan dengan OLS .....	103
<b>Lampiran 4</b> Uji Asumsi Klasik dan Nilai AIC .....	104
<b>Lampiran 5</b> Penentuan Nilai <i>Bandwidth</i> Fungsi Pembobot <i>Fixed Gaussian Kernel</i> .....	104
<b>Lampiran 6</b> Jarak <i>euclidean</i> antar kabupaten/kota di Provinsi Papua .....	105
<b>Lampiran 7</b> Matriks Pembobot Fungsi Pembobot <i>Fixed Gaussian Kernel</i> .....	106
<b>Lampiran 8</b> Estimasi Parameter Model <i>Fixed Gaussian Kernel</i> .....	108
<b>Lampiran 9</b> Uji Kesesuaian dan Parameter Model <i>Fixed Gaussian Kernel</i> .....	109
<b>Lampiran 10</b> Nilai $R^2$ Model Lokal Fungsi Pembobot <i>Fixed Gaussian Kernel</i> .....	109
<b>Lampiran 11</b> Nilai <i>Bandwidth</i> Fungsi Pembobot <i>Adaptive Gaussian Kernel</i> ..	109
<b>Lampiran 12</b> Matriks Pembobot Fungsi Pembobot <i>Adaptive Gaussian Kernel</i> ..	110
<b>Lampiran 13</b> Estimasi Parameter Model <i>Adaptive Gaussian Kernel</i> .....	112
<b>Lampiran 14</b> Uji Kesesuaian dan Parameter Model <i>Adaptive Gaussian Kernel</i> .....	112
<b>Lampiran 15</b> Nilai $R^2$ Model Lokal Fungsi Pembobot <i>Adaptive Gaussian Kernel</i> .....	113

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



## DAFTAR LAMBANG

### LAMBANG

### ARTI

$Y_i$	: variabel terikat pada pengamatan ke- $i$ ( $i = 1, 2, \dots, n$ )
$\beta_0$	: konstanta/ <i>intercept</i> pada pengamatan
$\beta_k$	: koefisien regresi variabel bebas ke- $k$
$n$	: jumlah pengamatan
$X_{ki}$	: variabel bebas ke- $k$ pada pengamatan ke- $i$
$\varepsilon_i$	: residual (error)
$\hat{\beta}$	: matriks parameter yang telah diestimasi
$X$	: matriks variabel bebas
$X^T$	: <i>transpose</i> dari matriks $X$
$Y$	: matriks variabel terikat
$k$	: banyaknya variabel bebas
$\bar{Y}$	: rata-rata keseluruhan variabel terikat
$\hat{Y}_i$	: estimasi dari variabel terikat pada pengamatan ke- $i = 1, 2, \dots, n$
$\hat{\beta}_k$	: nilai estimasi parameter $\beta_k$
$SE(\hat{\beta}_k)$	: standar eror nilai estimasi parameter $\beta_k$
$F_0(X)$	: fungsi distribusi kumulatif
$Sn(X)$	: fungsi distribusi empiris
$VIF_k$	: <i>variance inflation factor</i> variabel ke- $k$
$R_k^2$	: koefisien determinasi dari variabel ke- $k$
$d$	: nilai dari Durbin Watson
$e_m$	: residual pada waktu ke- $m$

## LAMBANG

## ARTI

$e_{m-1}$	: residual pada waktu $m-1$
$BP$	: nilai <i>Breusch – Pagan</i>
$e_i$	: residual untuk pengamatan ke- $i$
$Z$	: matriks ukuran $n \times (k+1)$ yang berisi vektor konstan
$\sigma^2$	: varian dari $e_i$
$R_{adj}^2$	: <i>adjusted R square</i>
$R^2$	: koefisien determinasi
$JKG_p$	: jumlah kuadrat galat model bagian berdasarkan $p$ variabel bebas
$RKG_f$	: rata-rata kuadrat galat model penuh
$X_{ik}$	: nilai pengamatan variabel bebas $k$ pada pengamatan lokasi ke- $i$
$(u_i, v_i)$	: koordinat letak geografis (longitude, latitude) pada lokasi ke- $i$
$\beta_0(u_i, v_i)$	: konstanta/ <i>intercept</i> pada pengamatan lokasi ke- $i$
$\beta_k(u_i, v_i)$	: koefisien regresi variabel bebas ke- $k$ pada lokasi pengamatan ke- $i$
$\hat{\beta}(u_i, v_i)$	: estimasi parameter model GWR
$W(u_i, v_i)$	: matriks pembobot diagonal dengan ordo $(n \times n)$ pengamatan ke- $i$
$E[\hat{\beta}(u_i, v_i)]$	: ekspektasi dari estimasi parameter model GWR
$w_{ij}$	: matriks pembobot yang diberikan oleh lokasi pengamatan ke- $j$ untuk lokasi pengamatan ke- $i$
$d_{ij}$	: jarak <i>euclidean</i> lokasi pengamatan ke- $i$ dengan lokasi pengamatan ke- $j$

**LAMBANG**

**ARTI**

$h$	: lebar jendela ( <i>bandwidth</i> ) didefinisikan sebagai parameter non negatif
$u_i$	: koordinat dari lintang ( <i>latitude</i> ) di lokasi ke- $i$
$v_i$	: koordinat dari bujur ( <i>longitude</i> ) di lokasi ke- $i$
$x_i^T = [x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip}]$	: elemen baris ke- $i$ dari matriks $X$
$\hat{\sigma}$	: nilai penaksir dari standar deviasi residual
$\hat{y}_{\neq i}(h)$	: nilai dari estimasi $y_i$ yang mana lokasi pengamatan ke- $i$ tidak dilibatkan dalam proses estimasi
$L$	: matriks nilai taksiran $y$ model GWR pada lokasi $(u_i, v_i)$
$\sqrt{Var(\hat{\beta}_k(u_i, v_i))}$	: varians dari estimasi parameter model GWR

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

**PERBANDINGAN MODEL *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION* (GWR) DENGAN FUNGSI PEMBOBOT *FIXED GAUSSIAN KERNEL* DAN *ADAPTIVE GAUSSIAN KERNEL***

**(Studi Kasus: Angka Kemiskinan di Provinsi Papua Tahun 2020)**

**Oleh**

**Mia Carolina**

**NIM. 18106010025**

**INTISARI**

*Geographically Weighted Regression* (GWR) merupakan pengembangan dari model regresi klasik yang memperhatikan pengaruh lokasi (geografis). Model regresi yang dihasilkan oleh metode GWR hanya dapat digunakan untuk tiap lokasi pengamatan dan memiliki nilai parameter yang berbeda-beda pada masing-masing lokasi. Pengestimasian parameter dengan metode GWR membutuhkan matriks pembobot yang mewakili letak antar data pengamatan. Dalam penelitian ini, matriks pembobot yang digunakan diperoleh dengan menerapkan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* dan *adaptive gaussian kernel* pada angka kemiskinan di Provinsi Papua tahun 2020. Kedua fungsi pembobot ini dipilih karena dalam menentukan nilai pembobotnya elemen jarak yang digunakan pada tiap lokasi pengamatan yang nilainya kontinu. Oleh karena itu, diharapkan penelitian ini dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik. Langkah awal yang dilakukan adalah melakukan analisis data menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS) yang meminimumkan jumlah kuadrat residual, dimana menghasilkan dua variabel bebas yang signifikan. Kemudian dilanjutkan dengan analisis menggunakan metode GWR dengan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* dan *adaptive gaussian kernel*. Model terbaik didapatkan dengan memperhatikan nilai  $R^2$  terbesar dan nilai AIC terkecil masing-masing model dengan bantuan *software* Pemrograman Bahasa R 4.1.2. Hasil analisis model GWR dengan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* memiliki nilai  $R^2$  sebesar 87,82% dan AIC sebesar 159,53. Sedangkan model GWR dengan fungsi pembobot *adaptive gaussian kernel* memiliki nilai  $R^2$  sebesar 79,53% dan AIC sebesar 171,77. Oleh karena itu, model terbaik dalam memodelkan angka kemiskinan di Provinsi Papua pada tahun 2020 adalah model GWR dengan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel*.

**Kata kunci:** GWR; *fixed gaussian kernel*; *adaptive gaussian kernel*;  $R^2$ ; AIC; kemiskinan

**COMPARISON OF GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION  
(GWR) MODELS WITH FIXED GAUSSIAN KERNEL AND ADAPTIVE  
GAUSSIAN KERNEL WEIGHTING FUNCTIONS**

**(Case Study: Poverty Rate in Papua Province in 2020)**

**By**

**Mia Carolina**

**NIM. 18106010025**

**ABSTRACT**

Geographically Weighted Regression (GWR) is a development of the classical regression model that takes into account the influence of location (geography). The regression model produced by the GWR method can only be used for each observation location and has different parameter values at each location. Estimating parameters using the GWR method requires a weighting matrix that represents the location of the observed data. In this study, the weighting matrix used was obtained by applying the fixed gaussian kernel and adaptive gaussian kernel weighting functions to the poverty rate in Papua Province in 2020. These two weighting functions were chosen because in determining the weighted value the distance element used at each observation location has a continuous value. Therefore, it is hoped that this research can provide better analytical results. The initial step taken was to conduct data analysis using the Ordinary Least Square (OLS) method which minimizes the sum of the squared residuals. , which produces two significant independent variables. Then proceed with the analysis using the GWR method with a fixed gaussian kernel weighting function and an adaptive gaussian kernel. The best model is obtained by taking into account the largest  $R^2$  value and the smallest AIC value for each model with the help of the R 4.1.2 Programming Language software. The results of the analysis of the GWR model with the fixed gaussian kernel weighting function have an  $R^2$  value of 87,82% and an AIC of 159,53. Meanwhile, the GWR model with the adaptive gaussian kernel weighting function has an  $R^2$  value of 79,53% and an AIC of 171,77. Therefore, the best model for modeling the poverty rate in Papua Province in 2020 is the GWR model with a fixed gaussian kernel weighting function.

**Keywords:** GWR; *fixed gaussian kernel*; *adaptive gaussian kernel*;  $R^2$ ; AIC; poverty.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Majunya perkembangan zaman saat ini membuat kedudukan sebuah data semakin penting karena kumpulan data dapat memberikan gambaran mengenai suatu pola kejadian yang kemudian akan membantu dalam pengambilan keputusan. Data merupakan kumpulan informasi yang didapat melalui suatu pengamatan yang kemudian disajikan dan dianalisis sehingga menghasilkan suatu kesimpulan. Data yang memuat informasi mengenai tata letak geografis suatu wilayah dinamakan data spasial. Data dengan jenis spasial dianalisis dengan menggunakan analisis spasial. Apabila suatu data spasial diterapkan pada analisis regresi klasik maka akan diperoleh kesimpulan yang tidak tepat karena regresi klasik mengabaikan pengaruh dari suatu lokasi dan ketetanggaan. Pengaruh dari suatu lokasi tidak dapat diabaikan karena akan mempengaruhi kebaikan model (Caraka & Yasin, 2017).

Analisis spasial merupakan sekumpulan teknik dalam menemukan suatu hubungan diantara fenomena-fenomena spasial. Analisis spasial digunakan untuk mengetahui mengenai efek lokasi/spasial pada setiap wilayah yang diasumsikan memberikan pengaruh terhadap variabel terikat. Secara umum spasial merupakan sesuatu yang berkaitan dengan tempat atau ruang. Pada data spasial cenderung terjadi ketergantungan antara lokasi dengan nilai pengukuran yang disebabkan oleh adanya efek spasial.

Efek spasial terjadi apabila adanya perbedaan respon antara variabel bebas terhadap variabel terikat pada lokasi pengamatan yang satu dengan lokasi pengamatan lainnya. Hal ini dikarenakan setiap lokasi pengamatan memiliki karakteristik lingkungan berbeda. Efek spasial tersebut dinamakan sebagai heterogenitas spasial atau keragaman spasial. Beberapa metode untuk mengatasi heterogenitas spasial adalah *Geographically Weighted Regression*

(GWR), *Geographically Weighted Logistic Regression* (GWLR), *Geographically Weighted Logistic Regression Semiparametric* (GWLRS), dan *Geographically Weighted Poisson Regression* (GWPR).

Penelitian ini menerapkan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) untuk melakukan analisis spasial dengan efek heterogenitas spasial. *Geographically Weighted Regression* (GWR) diperkenalkan oleh Brunson dkk., (1996) untuk mempelajari potensi hubungan dalam model regresi yang bervariasi dalam ruang geografis. GWR sendiri merupakan pengembangan dari model regresi klasik yang memperhatikan pengaruh lokasi (geografis). Model GWR akan memperhatikan faktor geografis sebagai suatu variabel yang akan mempengaruhi variabel terikat. Sehingga model GWR akan memberikan penaksir parameter model yang sifatnya lokal untuk masing-masing titik lokasi pengamatan. Oleh karena itu, penerapan data spasial pada metode GWR diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih informatif. Faktor lokasi yang digunakan dinyatakan dalam bentuk Lintang dan Bujur (Caraka & Yasin, 2017).

Konsep GWR terkait adanya keragaman antar lokasi pengamatan juga dijelaskan dalam al-Quran Surah Ar-Rum: 22 sebagai berikut.

وَمِنْ آيَاتِهِ خَلْقُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَالاخْتِلافُ اللَّسِنَتِكُمْ وَالْوَالِدَاتُ اِنَّ فِي ذَلِكَ لآيَاتٍ لِّلْعَالَمِينَ (٢٢)

Artinya: “Dan di antara tanda-tanda (kebesaran)-Nya adalah penciptaan langit dan bumi, perbedaan bahasamu serta warna kulitmu. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang mengetahui” (Q.S Ar-Rum : 22).

Pengestimasi parameter dengan metode GWR membutuhkan matriks pembobot yang mewakili letak antar data pengamatan. Semakin dekat jarak antara titik lokasi pengamatan yang satu ke titik lokasi pengamatan lainnya maka semakin besar pula bobot pengaruhnya (Lutfiani dkk., 2017).

Pembobotan dalam model GWR ini dibangun menggunakan fungsi kernel. Penelitian ini menggunakan fungsi kernel Gaussian (normal) karena dalam menentukan nilai pembobotnya digunakan elemen jarak pada tiap-tiap lokasi pengamatan yang nilainya kontinu. Oleh karena itu, diharapkan penelitian ini dapat memberikan hasil analisis yang lebih baik (Rahmawati & Djuraidah, 2010). Suatu fungsi  $f(x)$  dikatakan kontinu di titik  $x = a$ , jika dan hanya jika a)  $f(a)$  terdefinisi b)  $\lim_{x \rightarrow a} f(x)$  ada c)  $\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a)$ . Fungsi kernel tersebut membutuhkan nilai *bandwidth* atau lebar jendela yang merupakan jarak maksimal dari suatu lokasi dapat mempengaruhi lokasi lainnya. Pembobot yang dihasilkan oleh fungsi kernel sesuai dengan lebar jendela (*bandwidth*) optimal dimana memiliki nilai yang bergantung pada kondisi data pengamatan (Lutfiani dkk., 2017). *Bandwidth* sendiri dibagi menjadi *fixed* (tetap) dan *adaptive* (adaptif). Fungsi kernel *fixed* (tetap) memiliki lebar jendela (*bandwidth*) yang besarnya sama pada setiap titik lokasi pengamatan.

Sedangkan besarnya lebar jendela (*bandwidth*) pada fungsi kernel adaptif berbeda-beda pada setiap lokasi pengamatan (Pratiwi dkk., 2019). Dalam jurnal yang ditulis oleh (Jones, 1990) dan (Shi, 2010) menyatakan bahwa *bandwidth* adaptif lebih unggul daripada *bandwidth* tetap dalam memperkirakan probabilitas kepadatan titik peristiwa. *Bandwidth* adaptif akan menghasilkan nilai yang lebih sebanding antar lokasi dan lebih stabil secara statistik. Namun ada beberapa kasus dimana *bandwidth* tetap lebih baik dalam memodelkan peristiwa dibandingkan *bandwidth* adaptif seperti dalam penelitian yang dilakukan oleh (Pamungkas dkk., 2016) yang memodelkan presentase penduduk miskin di Jawa Tengah.

Bagi negara berkembang seperti Indonesia, permasalahan kemiskinan terus menjadi persoalan yang tak kunjung usai. Badan Pusat Statistika mencatat jumlah penduduk miskin di Indonesia pada Maret 2020 sebanyak 26,42 juta. Angka tersebut meningkat 1,28 juta jiwa apabila dibandingkan dengan jumlah penduduk miskin Indonesia per Maret 2019. Mengacu pada *Handbook on Poverty and Inequality* yang diterbitkan oleh *World Bank*, kemiskinan diartikan secara ekonomi sebagai ketidakmampuan individu



dalam memenuhi kebutuhannya, baik kebutuhan dasar makanan maupun non-makanan yang diukur dari segi pengeluaran. Mengambil dari data BPS, pada September 2020 angka kemiskinan tertinggi terdapat di Provinsi Papua yang menyumbang lebih dari 900 ribu jiwa penduduk miskin atau sekitar 26,64%. Angka kemiskinan di Provinsi Papua memang terbilang tinggi semenjak 10 tahun terakhir. Meskipun angka tersebut relatif menurun, sampai saat ini tingkat kemiskinan yang terjadi di Provinsi Papua masih jauh lebih tinggi apabila dibandingkan dengan wilayah lainnya di Indonesia. Kemiskinan di perkotaan sebesar 4,47% naik 0,21% dibanding tahun sebelumnya, sementara di pedesaan turun 1,34% menjadi 35,50%. Dari data tersebut terlihat bahwa terjadi perbedaan tingkat kemiskinan berdasarkan wilayah yaitu pedesaan dan perkotaan.

Masalah kemiskinan juga dijelaskan melalui firman Allah dalam al-Quran Surah Al-Hasyr: 7 yaitu:

مَا أَفَاءَ اللَّهُ عَلَى رَسُولِهِ مِنْ أَهْلِ الْقُرَىٰ فَلِلَّهِ وَلِلرَّسُولِ وَلِذِي الْقُرْبَىٰ وَالْيَتَامَىٰ  
وَالْمَسْكِينِ وَابْنِ السَّبِيلِ كَيْ لَا يَكُونَ دُولَةً بَيْنَ الْأَغْنِيَاءِ مِنْكُمْ ۚ وَمَا آتَاكُمُ  
الرَّسُولُ فَخُذُوهُ وَمَا نَهَاكُمْ عَنْهُ فَانْتَهُوا ۚ وَاتَّقُوا اللَّهَ ۚ إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ الْعِقَابِ.

Artinya: “ Apa saja harta rampasan (fai') yang diberikan Allah kepada Rasul-Nya (harta benda) yang didapatkan dari penduduk beberapa kota, adalah untuk Allah, Rasul, kerabat, anak-anak yatim, orang-orang miskin dan bagi orang-orang yang sedang dalam perjalanan, sehingga harta tersebut jangan beredar di antara orang-orang kaya saja di antara kamu. Apa yang diberikan Rasul kepadamu maka terimalah. Dan apa yang dilarangnya bagimu maka tinggalkanlah. Dan bertakwalah kepada Allah. Sesungguhnya Allah sangat keras hukuman-Nya” (Q.S Al-Hasyr: 7).

Ayat di atas menjelaskan bahwa masalah kemiskinan perlu diatasi dengan mengedarkan harta benda dalam seluruh kalangan. Selain itu, setiap individu hendaklah mengupayakan agar terbebas dari lubang kemiskinan.

Begitu pula dengan pemerintah Provinsi Papua yang masih terus melakukan upaya - upaya untuk meminimalkan jumlah kemiskinan yang setiap tahunnya terus meningkat. Upaya-upaya tersebut dapat dilakukan apabila diketahui terlebih dahulu apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi secara signifikan meningkatnya angka kemiskinan di Provinsi Papua. Penelitian yang telah dilakukan oleh (Harlik dkk., 2013) menyimpulkan bahwa faktor-faktor yang menyebabkan tingkat kemiskinan yaitu kepadatan penduduk, tingkat pendidikan serta jumlah pengangguran. Sedangkan (Sangadji, 2014) dalam jurnalnya yang berjudul “Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kemiskinan di Maluku”, menyimpulkan bahwa penyebab kemiskinan di Maluku yaitu pertumbuhan ekonomi, angka melek huruf, dan investasi publik.

Penelitian yang dilakukan oleh (Xu dkk., 2018) mengungkapkan bahwa kondisi suatu wilayah mempengaruhi tingginya angka kemiskinan. Data dengan fenomena tersebut disebut juga dengan data spasial. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Lutfiani dkk., 2017) menyimpulkan bahwa dalam menganalisis angka kemiskinan di Provinsi Jawa Tengah, model GWR dengan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* lebih baik daripada model GWR dengan fungsi pembobot *fixed bi-square kernel*. Selanjutnya pada penelitian yang dilakukan oleh (Xu dkk., 2018) menghasilkan kesimpulan bahwa pemodelan GWR menggunakan fungsi pembobot *adaptive gaussian kernel* lebih baik dalam memodelkan angka kemiskinan pada Kota Qiandongnan, Provinsi Guizhou, China. Kemudian terdapat penelitian (Pratiwi dkk., 2019) yang menghasilkan kesimpulan bahwa fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* merupakan fungsi pembobot terbaik dalam memodelkan angka harapan hidup di Jawa Tengah dibandingkan fungsi pembobot *adaptive bisquare kernel*.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Perbandingan Model *Geographically Weighted Regression* (GWR) dengan Fungsi Pembobot *Fixed*

*Gaussian Kernel dan Adaptive Gaussian Kernel (Studi Kasus: Angka Kemiskinan di Provinsi Papua Tahun 2020)*”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka muncul permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana langkah-langkah pemodelan GWR menggunakan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel*?
2. Bagaimana langkah-langkah pemodelan GWR menggunakan fungsi pembobot *adaptive gaussian kernel* ?
3. Bagaimana perbandingan langkah-langkah antara pemodelan GWR menggunakan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* dan pemodelan GWR menggunakan fungsi pembobot *adaptive gaussian kernel*?
4. Bagaimana model yang telah diterapkan pada angka kemiskinan di Provinsi Papua tahun 2020 menggunakan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel*?
5. Bagaimana model yang telah diterapkan pada angka kemiskinan di Provinsi Papua tahun 2020 menggunakan fungsi pembobot *adaptive gaussian kernel*?
6. Model manakah yang lebih baik antara model GWR yang dihasilkan menggunakan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* atau model GWR menggunakan fungsi pembobot *adaptive gaussian kernel* yang telah diterapkan pada angka kemiskinan di Provinsi Papua tahun 2020?
7. Variabel apa saja yang signifikan dalam mempengaruhi angka kemiskinan masing-masing kabupaten/kota di Provinsi Papua pada fungsi pembobot terbaik?

## 1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Penelitian ini menerapkan analisis spasial dengan model GWR.

2. Penelitian ini menggunakan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* dan *adaptive gaussian kernel* pada model GWR.
3. Penelitian ini menggunakan data angka kemiskinan kabupaten/kota di Provinsi Papua dan faktor - faktor yang mempengaruhinya pada tahun 2020.
4. Penelitian ini menggunakan *software* Pemrograman Bahasa R 4.1.2.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui langkah-langkah pada pemodelan GWR menggunakan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel*.
2. Mengetahui langkah-langkah pada pemodelan GWR menggunakan fungsi pembobot *adaptive gaussian kernel*.
3. Mengetahui perbandingan langkah-langkah antara pemodelan GWR menggunakan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* dan pemodelan GWR menggunakan fungsi pembobot *adaptive gaussian kernel*.
4. Mengetahui model yang telah diterapkan pada angka kemiskinan di Provinsi Papua tahun 2020 menggunakan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel*.
5. Mengetahui model yang telah diterapkan pada angka kemiskinan di Provinsi Papua tahun 2020 menggunakan fungsi pembobot *adaptive gaussian kernel*.
6. Menentukan model terbaik antara model GWR yang dihasilkan menggunakan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* dan model GWR menggunakan fungsi pembobot *adaptive gaussian kernel* yang telah diterapkan pada angka kemiskinan di Provinsi Papua tahun 2020.
7. Mengetahui variabel apa saja yang signifikan mempengaruhi angka kemiskinan masing-masing kabupaten/kota di Provinsi Papua tahun 2020 pada fungsi pembobot terbaik.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Bagi penulis
  - a. Sebagai sarana untuk menerapkan ilmu dan pengetahuan yang telah didapatkan saat di bangku perkuliahan.
  - b. Menambah pengetahuan baru khususnya mengenai pemodelan regresi spasial menggunakan *Geographically Weighted Regression (GWR)* dengan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* dan *adaptive gaussian kernel*.
2. Bagi Prodi Matematika Fakultas Sains dan Teknologi  
Menambah serta melengkapi bahan referensi mengenai pemodelan menggunakan *Geographically Weighted Regression (GWR)* khususnya dengan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* dan *adaptive gaussian kernel*
3. Bagi pembaca  
Dapat dimanfaatkan sebagai bahan pertimbangan dan rujukan untuk penelitian selanjutnya.

## 1.6 Studi Literatur

Berikut beberapa referensi utama yang relevan dengan penelitian ini:

**Tabel 1. 1** Studi Literatur

No.	Judul Penelitian	Metode yang digunakan	Objek Penelitian	Hasil
1	Pemodelan <i>Geographically Weighted Regression (GWR)</i> dengan Fungsi Pembobot <i>Kernel Gaussian</i> dan <i>Bi-square</i> (Lutfiani dkk., 2017)	GWR dengan fungsi pembobot <i>fixed gaussian kernel</i> dan fungsi pembobot <i>fixed bi-square kernel</i>	Angka kemiskinan di Jawa Tengah	Variabel yang signifikan berpengaruh menurut model GWR terhadap angka kemiskinan di Jawa Tengah yaitu variabel Indeks Pembangunan Manusia dan Fasilitas Kesehatan

No.	Judul Penelitian	Metode yang digunakan	Objek Penelitian	Hasil
2	Pemodelan <i>Geographically Weighted Regression</i> Menggunakan Kernel Pembobot <i>Fixed</i> dan <i>Adaptive</i> pada Kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia (Ramadayani dkk., 2022)	Menggunakan empat fungsi pembobot kernel yaitu <i>fixed gaussian kernel</i> , <i>adaptive gaussian kernel</i> , <i>fixed bi-square kernel</i> , dan <i>adaptive bi-square kernel</i> .	Kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia tahun 2020.	Model GWR terbaik yaitu model dengan fungsi pembobot <i>adaptive bi-square kernel</i> berdasarkan nilai AIC, R <sup>2</sup> dan jumlah kuadrat galat.
3	Pemodelan Regresi Spasial Menggunakan <i>Geographically Weighted Regression</i> (Pratiwi dkk., 2019)	Menggunakan metode GWR dengan fungsi pembobot <i>fixed gaussian kernel</i> dan <i>adaptive bi-square kernel</i> .	Angka harapan hidup di Jawa Tengah tahun 2016.	Model terbaik yang dihasilkan adalah model GWR menggunakan fungsi pembobot <i>fixed gaussian kernel</i> .
4	Identifying the geographic indicators of poverty using geographically weighted regression: a case study from qiandongnan miao and dong autonomous prefecture, Guizhou, China (Xu dkk., 2018)	Metode GWR fungsi pembobot <i>adaptive gaussian kernel</i> .	Kemiskinan yang terjadi di wilayah Qiandongnan, Provinsi Guizhou, China.	Variabel yang secara signifikan berpengaruh terhadap kemiskinan di wilayah Qiandongnan, Provinsi Guizhou, China yaitu variabel Kepadatan jaringan jalan untuk setiap kota dan nilai rata-rata kemiringan tiap kota.
5	Perbandingan Model <i>Geographically Weighted Regression</i> (GWR) dengan Fungsi Pembobot <i>Fixed Gaussian Kernel</i> dan <i>Adaptive Gaussian Kernel</i> (Studi Kasus: Angka Kemiskinan di Provinsi Papua Tahun 2020) (Carolina, Mia., 2022)	Menerapkan metode GWR menggunakan fungsi pembobot <i>fixed gaussian kernel</i> dan <i>adaptive gaussian kernel</i>	Angka kemiskinan di Provinsi Papua pada tahun 2020.	Model terbaik berdasarkan nilai R <sup>2</sup> dan AIC adalah model yang dihasilkan oleh fungsi pembobot <i>fixed gaussian kernel</i> .

Selanjutnya pada penelitian ini penulis akan melakukan penelitian mengenai Perbandingan Model *Geographically Weighted Regression* (GWR)

dengan Fungsi Pembobot *Fixed Gaussian Kernel* dan *Adaptive Gaussian Kernel* (Studi Kasus: Angka Kemiskinan di Provinsi Papua Tahun 2020). Dalam penelitian ini akan dibandingkan langkah-langkah serta model yang dihasilkan oleh GWR dengan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* dan *adaptive gaussian kernel* setelah diterapkan pada angka kemiskinan di Provinsi Papua pada tahun 2020.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu fungsi pembobot yang dibandingkan adalah fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* dan *adaptive gaussian kernel* serta data yang digunakan. Persamaan dengan penelitian sebelumnya yaitu akan dihasilkan model GWR yang mengatasi masalah pelanggaran asumsi heteroskedastisitas pada regresi klasik.

## 1.7 Sistematika Penulisan

### BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini akan dibahas mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, tinjauan pustaka dan sistematika penulisan.

### BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dibahas mengenai kumpulan kajian teori yang digunakan untuk memecahkan masalah dalam penelitian.

### BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini akan diuraikan tentang metode yang digunakan untuk melakukan pemecahan masalah meliputi jenis dan sumber data, metode pengumpulan data, variabel penelitian, metodologi penelitian, metode analisis data, dan alat pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini.

### BAB VI PEMODELAN GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION

Bab ini berisi tentang analisis model regresi menggunakan *Geographically Weighted Regression* dengan pembobot *fixed gaussian kernel* dan pembobot *adaptive gaussian kernel*.

## BAB V STUDI KASUS

Pada bab ini akan dilakukan analisis data dalam pemecahan masalah yang telah diuraikan menggunakan model GWR hingga didapatkan hasil yang maksimal.

## BAB VI PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dari hasil akhir dalam penelitian dan saran yang berkaitan dengan kesimpulan yang diberikan.





## BAB VI

### PENUTUP

Bab ini terdiri dari bagian kesimpulan dan saran. Kesimpulan memuat pernyataan secara ringkas dari keseluruhan pembahasan dan analisis data untuk menjawab rumusan masalah dari penelitian ini. Kemudian diikuti oleh saran bagi penelitian berikutnya.

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan hasil analisis data yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Langkah-langkah pemodelan GWR menggunakan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* adalah sebagai berikut.
  - a. Menentukan letak geografis setiap titik lokasi pengamatan yang dijabarkan melalui titik koordinat *latitude* dan *longitude*.
  - b. Menghitung jarak *euclidean* antar kabupaten/kota dengan koordinat  $(u_i, v_i)$ .
  - c. Menentukan nilai *bandwidth* optimum dengan metode *Cross Validation (CV)* yang berulang hingga didapatkan nilai CV terkecil. Nilai *bandwidth* pada fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* sama untuk setiap titik lokasi pengamatan.
  - d. Menghitung matriks pembobot pada masing-masing titik lokasi pengamatan dengan menerapkan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel*.

$$w_{ij}(u_i, v_i) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^2\right)$$

- e. Melakukan estimasi parameter model menggunakan matriks pembobot yang telah didapatkan.
- f. Menerapkan uji kesesuaian model untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan yang signifikan antara model yang dihasilkan oleh regresi

klasik dengan GWR *fixed gaussian kernel* serta uji parameter model guna mengetahui variabel bebas apa saja yang signifikan berpengaruh secara lokal.

2. Langkah-langkah pemodelan GWR menggunakan fungsi pembobot *adaptive gaussian kernel* adalah sebagai berikut
  - a. Menentukan letak geografis setiap titik lokasi pengamatan.
  - b. Menghitung jarak *euclidean* antar kabupaten/kota dengan koordinat  $(u_i, v_i)$ .
  - c. Dicari nilai *bandwidth* optimum berdasarkan titik koordinat lokasi pengamatan dengan metode *Cross Validation (CV)*, dimana nilai *bandwidth* pada masing-masing titik lokasi pengamatan memiliki nilai yang berbeda-beda.
  - d. Menghitung matriks pembobot pada masing-masing titik lokasi pengamatan dengan menerapkan fungsi pembobot *adaptive gaussian kernel*.
 
$$w_{ij}(u_i, v_i) = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{h_i}\right)^2\right)$$
  - e. Melakukan estimasi parameter model menggunakan matriks pembobot yang telah didapatkan.
  - f. Menerapkan uji kesesuaian model serta uji parameter model.
3. Perbandingan langkah-langkah dalam pemodelan GWR menggunakan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* dan *adaptive gaussian kernel* terdapat pada perbedaan penentuan elemen matriks pembobot yang digunakan. *Bandwidth* dalam fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* memiliki nilai yang sama pada setiap titik lokasi pengamatan. Sedangkan pada fungsi pembobot *adaptive gaussian kernel* nilai *bandwidth* yang diterapkan berbeda-beda pada setiap titik lokasi pengamatan. Perbedaan ini terjadi sebab fungsi *adaptive* mampu menyesuaikan dengan keadaan dan kondisi titik lokasi pengamatan. Oleh karenanya, nilai *bandwidth*

pada setiap titik lokasi pengamatan bergantung pada jarak antara titik lokasi pengamatan yang satu dengan lainnya.

4. Model yang dihasilkan oleh GWR dengan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* sebagai contoh pada Kabupaten Merauke yaitu:

$$\hat{y} = 33,9313 - 0,2416X_3$$

5. Model yang dihasilkan oleh GWR menggunakan fungsi pembobot *adaptive gaussian kernel* sebagai contoh pada Kabupaten Merauke yaitu:

$$\hat{y} = 37,2498 - 0,2403X_3$$

dengan:

$\hat{y}$  = nilai kemiskinan Kabupaten Merauke

$X_3$  = variabel akses terhadap sanitasi layak Kabupaten Merauke.

6. Model terbaik antara fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* dan *adaptive gaussian kernel* setelah diterapkan pada angka kemiskinan di Provinsi Papua tahun 2020 yaitu model yang dihasilkan oleh fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* dengan nilai  $R^2$  sebesar 87,82% dan AIC sebesar 159,53.
7. Variabel bebas yang signifikan terhadap angka kemiskinan tahun 2020 pada model GWR yang dihasilkan oleh fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* yaitu:
- Variabel laju pertumbuhan PDRB ( $X_2$ ) signifikan di Supiori.
  - Variabel akses terhadap sanitasi layak ( $X_3$ ) signifikan di Merauke, Jayawijaya, Jayapura, Puncak Jaya, Mimika, Boven Digoel, Mappi, Asmat, Yahukimo, Pegunungan Bintang, Sarmi, Keerom, Nduga, Lanny Jaya, Yalimo, Puncak, Jayapura.
  - Variabel laju pertumbuhan PDRB ( $X_2$ ) dan variabel akses terhadap sanitasi layak ( $X_3$ ) signifikan di Nabire, Kepulauan Yapen, Biak Numfor, Paniai, Tolikara, Waropen, Mamberamo Raya, Mamberamo Tengah, Dogiyai, Intan Jaya, Deiyai.

## 6.2 Saran

1. Kemiskinan di Provinsi Papua pada tahun 2020 secara signifikan dipengaruhi oleh variabel laju pertumbuhan PDRB dan akses terhadap sanitasi layak, oleh karena itu diharapkan variabel tersebut dapat membantu pemerintah setempat sebagai bahan pertimbangan dalam membuat kebijakan-kebijakan terkait penanganan permasalahan kemiskinan sesuai dengan masing-masing kabupaten/kota di Provinsi Papua.
2. Penelitian ini hanya terbatas pada penggunaan model GWR dengan fungsi pembobot *fixed gaussian kernel* dan *adaptive gaussian kernel*, sehingga diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat diterapkan fungsi kernel lainnya seperti *bi-square* atau *tricube*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhitya, B., Prabawa, A., & Kencana, H. (2022). Analisis Pengaruh Pendidikan, Kesehatan, Sanitasi dan Rata-Rata Jumlah Anggota Keluarga Per Rumah Tangga terhadap Kemiskinan di Indonesia. *Ekonomis: Journal of Economics and Business*, 6(1), 288–295. <https://doi.org/10.33087/ekonomis.v6i1.501>
- Akaike, H. (1987). Factor analysis and AIC. *Psychometrika*, 52(3), 317–332. <https://doi.org/10.1007/BF02294359>
- Arsyad, L. (2010). *Dasar-Dasar Ekonomi Pembangunan*. UPP STIM YKPN.
- Astuti, P., Debataraja, N. N., & Sulistianingsih, E. (2018). Analisis Kemiskinan dengan Pemodelan Geographically Weighted Regression (GWR) di Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Buletin Ilmiah Matematika Statistika dan Terapannya*, 7(3), 169–176.
- Badan Pusat Statistik. (2019). *Sistem Informasi Rujukan Statistik*.
- Badan Pusat Statistik Provinsi Papua. (2021). *Papua dalam Angka*. Badan Pusat Statistik Provinsi Papua.
- Bode, A. (2017). K-Nearest Neighbor Dengan Feature Selection Menggunakan Backward Elimination Untuk Prediksi Harga Komoditi Kopi Arabika. *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 9(2).
- Brunsdon, C., Fotheringham, A. ., & Charlton, M. (1996). Geographically Weighted Regression: A Method for Exploring Spatial Nonstationarity. *Geographical Analysis*, 28(4), 281–298. <https://doi.org/10.4135/9781412939591.n478>
- Caraka, R. E., & Yasin, H. (2017). Geographically Weighted Regression (GWR). In *Encyclopedia of Geographic Information Science*. Mobius. <https://doi.org/10.4135/9781412953962.n81>

- Damanik, R., & Sidauruk, S. (2020). Pengaruh Jumlah Penduduk dan PDRB terhadap Kemiskinan di Provinsi Sumatera Utara. *Darma Agung*, 28(3), 358–368.
- Dzikrina, A. M., & Purnami, S. W. (2013). Pemodelan Angka Prevalensi Kusta dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi di Jawa Timur dengan Pendekatan Geographically Weighted Regression (GWR). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(2), 275–281.
- Fariha, N. F., & Subekti, R. (2018). Pemilihan Model Regresi Terbaik Dalam Kasus Underwriting Terhadap Laba Asuransi Jiwa. *KNPMP III*, 674–684.
- Fathurahman, M. (2010). Pemilihan Model Regresi Terbaik Menggunakan Akaike's Information Criterion. *Jurnal EKSPONENSIAL*, 1(2), 26–33.
- Fotheringham, A. S., Brunson, C., & Charlton, M. (2002). *Geographically Weighted Regression*. John Wiley and Sons.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2013a). *Dasar-dasar Ekonometrika* (5(2)). Salemba Empat.
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2013b). *Dasar-dasar Ekonometrika* (5(1)). Salemba Empat.
- Hanum, H. (2011). Perbandingan Metode Stepwise, Best Subset Regression, dan Fraksi dalam Pemilihan Model Regresi Berganda Terbaik Herlina. *jurnal penelitian Sains*, 14(2), 1–6.
- Harlik, Amir, A., & Hardiani. (2013). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kemiskinan dan Pengangguran di Kota Jambi. *Jurnal Perspektif Pembiayaan dan Pembangunan Daerah*, 1(2), 109–120. <https://online-journal.unja.ac.id/JES/article/view/1500>
- Hutabarat, I. . (2014). *Model Kesalahan Pengukuran pada Regresi Terboboti Geografis dan Penerapannya pada Kasus Gizi Buruk di Jawa Timur*. Institut

Pertanian Bogor.

Janie, D. (2012). Statistik Deskriptif & Regresi Linear Berganda dengan SPSS. In *Semarang University Press* (Nomor April 2012). Semarang University Press.

Jones, M. . (1990). *Variable Kernel Density Estimates*. 32(January), 361–371.

Kevin, K., Putri, A. K., & Nasrun, A. (2020). Pengaruh Inflasi dan Laju Pertumbuhan Penduduk terhadap Kemiskinan di Sumatera Bagian Selatan tahun 2011-2018. *Sorot*, 15(1), 33–42.  
<https://doi.org/10.31258/sorot.15.1.33-42>

Khasanah, U. (2012). *Analisis Regresi*. JPMIPA FKIP UAD Press.

Lains, A. (2003). *Ekonometrika Teori dan Aplikasinya* (1 ed.). Pustaka LP3ES Indonesia.

Lutfiani, N., Mariani, S., & Sugiman. (2017). Pemodelan Geographically Weighted Regression (GWR) dengan Fungsi Pembobot Kernel Gaussian dan Bi-square. In *UNNES Journal of Mathematics* (Vol. 5, Nomor 1).  
<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujmUJM8>

Maggri, I., & Ispriyanti, D. (2013). Pemodelan Data Kemiskinan di Sumatera Barat dengan Metode Geographically Weighted Regression (GWR). *Media Statistika*, 6(1), 37–49.

Nisa, K., Wulandari, A., & Rahayu, R. L. (2020). Pengaruh Ketimpangan Pendapatan Terhadap Kemiskinan di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung Tahun 2009-2018. *SOROT: Jurnal Ilmu-ilmu Sosial*, 15(1), 55–63.  
<https://doi.org/10.31258/sorot.15.1.55-63>

Pamungkas, R. A., Yasin, H., & Rahmawati, R. (2016). Perbandingan Model GWR dengan Fixed dan Adaptive Bandwidth Untuk Persentase Penduduk Miskin di Jawa Tengah. *JURNAL GAUSSIAN*, 5(3), 535–544. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>

- Pratiwi, Y. D., Mariani, S., & Hendikawati, P. (2019). Pemodelan Regresi Spasial Menggunakan Geographically Weighted Regression. *Ujme*, 8(2).  
<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujme>
- Rahmawati, R., & Djuraidah, A. (2010). Regresi Terboboti Geografis Dengan Pembobot Kernel Kuadrat Ganda Untuk Data Kemiskinan Di Kabupaten Jember. *Forum Statistika Dan Komputasi*, 15(2), 32–37.
- Ramadani, I. R., Rahmawati, R., & Hoyyi, A. (2013). Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Gizi Buruk Balita di Jawa Tengah dengan Metode Spatial Durbin Model. *JURNAL GAUSSIAN*, 2(4), 333–342.  
<https://doi.org/10.15797/concom.2019..23.009>
- Ramadayani, M. R., Indiyah, F. H., & Hadi, I. (2022). Pemodelan Geographically Weighted Regression Menggunakan Pembobot Kernel Fixed dan Adaptive pada Kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia. *JMT : Jurnal Matematika dan Terapan*, 4(5), 51–62. <https://doi.org/10.21009/jmt.4.1.5>
- Safitri, U., & Amaliana, L. (2021). Model Geographically Weighted Regression dengan Fungsi Pembobot Adaptive dan Fixed Kernel pada Kasus Kematian Ibu di Jawa Timur. *Jurnal Statistika dan Aplikasinya*, 5(2), 208–220.  
<https://doi.org/10.21009/jsa.05209>
- Sangadji, M. (2014). Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kemiskinan di Provinsi Maluku. *Media Trend*, 9(2), 162–180.  
<https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Yayinlar/kitaplar/diger-kitaplar/TBSA-Beslenme-Yayini.pdf>
- Serlyana, Ohyver, M., & Kanigoro, B. (2013). *Aplikasi Pemilihan Model Terbaik Menggunakan Best Subset Regression Dan Regresi Ridge*. Universitas Bina Nusantara.
- Setyawan, A., Hadijati, M., & Switrayni, N. W. (2019). Analisis Masalah Heteroskedastisitas Menggunakan Generalized Least Square dalam Analisis



- Regresi. *Eigen Mathematics Journal*, 02(02), 61–72.  
<https://doi.org/10.29303/emj.v1i2.43>
- Shi, X. (2010). Selection of bandwidth type and adjustment side in kernel density estimation over inhomogeneous backgrounds. *International Journal of Geographical Information Science*, 24(5), 643–660.  
<https://doi.org/10.1080/13658810902950625>
- Soemartojo, S. M., Ghaisani, R. D., Siswantining, T., Shahab, M. R., & Ariyanto, M. M. (2018). Parameter Estimation of Geographically Weighted Regression (GWR) Model Using Weighted Least Square and Its Application. *AIP Conference Proceedings*, 2014(1), 020081.  
<https://doi.org/10.1063/1.5054485>
- Suryawati, C. (2005). Memahami Kemiskinan Secara Multidimensional. *JMPK*, 6(3), 121–129.
- Suryono, B. (2010). *Analisis Pengaruh Pendapatan Asli Daerah, Tingkat Investasi, Dan Tenaga Kerja Terhadap PDRB Jawa Tengah*. Universitas Diponegoro.
- Suyono. (2015). *Analisis Regresi untuk Penelitian*. deepublish.  
[https://www.researchgate.net/publication/269107473\\_What\\_is\\_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil\\_wars\\_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625](https://www.researchgate.net/publication/269107473_What_is_governance/link/548173090cf22525dcb61443/download%0Ahttp://www.econ.upf.edu/~reynal/Civil_wars_12December2010.pdf%0Ahttps://think-asia.org/handle/11540/8282%0Ahttps://www.jstor.org/stable/41857625)
- Xu, Z., Cai, Z., Wu, S., Huang, X., Liu, J., Sun, J., Su, S., & Weng, M. (2018). Identifying the Geographic Indicators of Poverty Using Geographically Weighted Regression: A Case Study from Qiandongnan Miao and Dong Autonomous Prefecture, Guizhou, China. *Social Indicators Research*, 142(3), 947–970. <https://doi.org/10.1007/s11205-018-1953-9>