



**PEMODELAN KASUS DEFORESTASI HUTAN DI INDONESIA
MENGUNAKAN METODE *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED PANEL
REGRESSION***

SKRIPSI

**untuk memenuhi persyaratan
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Statistika**

Oleh:

MARLIANA

NIM. 2011017320003

**PROGRAM STUDI S-1 STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
JUNI 2024**



**PEMODELAN KASUS DEFORESTASI HUTAN DI INDONESIA
MENGUNAKAN METODE *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED PANEL
REGRESSION***

SKRIPSI

**untuk memenuhi persyaratan
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Statistika**

Oleh:

MARLIANA

NIM. 2011017320003

**PROGRAM STUDI S-1 STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
JUNI 2024**

SKRIPSI

PEMODELAN KASUS DEFORESTASI HUTAN DI INDONESIA MENGUNAKAN METODE *GEOGRAPHICALLY WEIGHTED PANEL REGRESSION*

Oleh:
Marliana
2011017320003

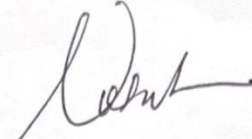
Telah dipertahankan pada hari Selasa, 11-06-2024 dan telah disetujui oleh dosen pembimbing dan dosen penguji sebagai berikut:

Pembimbing I



Dewi Sri Susanti, S.Si., M.Si
NIP. 197305161999032002

Penguji I



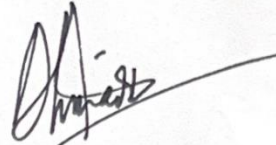
Nur Salam, S.Si, M.Sc
NIP. 197708132005011003

Pembimbing II



Sigit Dwi Prabowo., S.Mat, M.Stat

Penguji II



Ahmadi Murjani, S.ST, MPP., Ph.D
NIP. 198207242004121003

Banjarbaru, 19 Juni 2024



Program Studi Statistika

Prof. Dewi Anggraini, S.Si., M.App.Sci., Ph.D
NIP. 198303282005012001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.



Banjarbaru, 11 Juni 2024

Marlana

NIM. 2011017320003

ABSTRAK

Pemodelan Kasus Deforestasi Hutan di Indonesia menggunakan Metode *Geographically Weighted Panel Regression* (Oleh: Marliana; Pembimbing: Dewi Sri Susanti dan Sigit Dwi Prabowo, 2024; 87 halaman)

Hutan merupakan sumber daya alam yang berperan penting pada lini kehidupan, baik dari ekonomi, sosial, budaya, dan lingkungan. Areal hutan yang semakin berkurang tentunya menjadi masalah bagi lingkungan. Salah satu penyebab terjadinya hal tersebut adalah adanya deforestasi pada hutan atau yang sering dikenal sebagai penggundulan hutan. Faktor pemicu deforestasi tergantung pada karakteristik setiap wilayah dan dipengaruhi oleh perbedaan letak geografis antar wilayah. Pemodelan *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR) akan menghasilkan dugaan parameter yang berbeda-beda untuk setiap lokasinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengkonstruksi model *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR) pada kasus deforestasi hutan pada setiap provinsi di Indonesia serta mengidentifikasi faktor apa saja yang berpengaruh signifikan terhadap kasus deforestasi hutan pada setiap provinsi di Indonesia. Pemodelan GWPR pada penelitian ini menggunakan metode *Weighted Least Square Square* (WLS) dalam proses penaksiran parameter modelnya dengan memberikan unsur pembobot yang berbeda untuk setiap Lokasi dan waktu pengamatan. Fungsi pembobot yang digunakan dalam penelitian ini adalah *adaptive gaussian kernel* dan didapatkan hasil bahwa variabel luas kebakaran hutan dan lahan (X_1) berpengaruh signifikan terhadap luas deforestasi hutan pada setiap provinsi di Indonesia. Hasil penelitian ini menunjukkan model GWPR lebih baik dibandingkan Regresi Panel dengan menggunakan kriteria *Akaike Information Criterion* (AIC) dan RMSE terkecil serta koefisien determinasi (R^2) terbesar.

Kata Kunci: Deforestasi Hutan, Regresi Panel, *Geographically Weighted Panel Regression* (GWPR), *Adaptive Gaussian Kernel*

ABSTRACT

Modeling Forest Deforestation Cases in Indonesia Using the Geographically Weighted Panel Regression Method (By: Marliana; Advisor: Dewi Sri Susanti and Sigit Dwi Prabowo, 2024; 87 pages)

The forest is a natural resource that plays a crucial role in various aspects of life, including economic, social, cultural, and environmental dimensions. The decreasing forest area has become an environmental issue. One of the causes of this problem is deforestation, commonly known as forest clearing. The factors triggering deforestation vary depending on the characteristics of each region and are influenced by differences in geographical location between regions. The Geographically Weighted Panel Regression (GWPR) model produces different parameter estimates for each location. This research aims to construct a Geographically Weighted Panel Regression (GWPR) model for forest deforestation cases in each province of Indonesia and identify the factors that significantly impact forest deforestation in each province of Indonesia. The GWPR modeling in this research uses the Weighted Least Squares (WLS) method in the parameter estimation process, providing different weights for each location and observation time. The weighting function used in this research is the adaptive Gaussian kernel, and the results show that the variable of forest and land fire area (X_1) significantly influences the extent of forest deforestation in each province in Indonesia. This research indicates that the GWPR model is superior compared to the Panel Regression model using the Akaike Information Criterion (AIC) and the smallest RMSE, as well as the highest coefficient of determination (R^2).

Keywords: Forest Deforestation, Panel Regression, Geographically Weighted Panel Regression (GWPR), Adaptive Gaussian Kernel

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah senantiasa memberikan rahmat, taufik, hidayah, dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Pemodelan Kasus Deforestasi Hutan di Indonesia menggunakan Metode *Geographically Weighted Panel Regression***". Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam rangka menyelesaikan program sarjana di Program Studi Statistika, Fakultas MIPA, Universitas Lambung Mangkurat. Dalam penulisan skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dewi Anggraini, S.Si., M.App.Sci., Ph.D. selaku Koordinator Program Studi Statistika FMIPA ULM
2. Ibu Dewi Sri Susanti, S.Si., M.Si dan Bapak Sigit Dwi Prabowo., S.Mat, M.Stat selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, bantuan, dan motivasi dalam melakukan penelitian dan penyusunan skripsi ini
3. Bapak Nur Salam, S.Si, M.Sc dan Bapak Ahmadi Murjani, S.ST, MPP., Ph.D selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan dan masukan dalam rangka perbaikan skripsi ini
4. Ibu Aprida Siska Lestia, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingan selama perkuliahan
5. Orang tua, keluarga, dan teman-teman yang telah memberikan dukungan, baik secara moril maupun material
6. *Last but not least, I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for all doing this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting. I wanna thank me for just being me at all times.*

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak untuk perbaikan dan kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Banjarbaru, 11 Juni 2024

Marliana

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR ISTILAH, LAMBANG, DAN SINGKATAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	3
1.5. Batasan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian Terdahulu	5
2.2. Kajian Teori.....	7
2.2.1. Statistika Deskriptif	7
2.2.2. Data Panel	7
2.2.3. Regresi Data Panel.....	8
2.2.4. Pendekatan dan Metode Estimasi Regresi Data Panel	9
2.2.5. Identifikasi Model Regresi Data Panel.....	11
2.2.6. Uji Signifikansi Parameter Model Data Panel	13
2.2.7. Uji Asumsi Model Regresi Data Panel	14
2.2.8. Heterogenitas Spasial.....	15
2.2.9. <i>Geographically Weighted Regression</i> (GWR).....	16
2.2.10. Penaksiran Parameter Model <i>Geographically Weighted Regression</i> (GWR)	17
2.2.11. Fungsi Pembobot Spasial.....	17
2.2.12. <i>Geographically Weighted Panel Regression</i> (GWPR)	20
2.2.13. Uji Hipotesis Model <i>Geographically Weighted Panel Regression</i> (GWPR)	22

2.2.14. Pemilihan Model Terbaik	23
2.2.15. Deforestasi Hutan	25
2.2.16. Faktor-Faktor yang Diduga Mempengaruhi Deforestasi Hutan di Indonesia.....	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	28
3.1. Sumber Data.....	28
3.2. Variabel Penelitian	28
3.3. Prosedur Penelitian	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Analisis Deskriptif Variabel Penelitian.....	32
4.2 Regresi Data Panel.....	44
4.5.1. Identifikasi Model Regresi Data Panel.....	44
4.5.2. Uji Signifikansi Parameter Model Data Panel	45
4.3 Pengujian Asumsi Regresi Data Panel	46
4.3.1. Uji Normalitas	46
4.3.2. Uji Multikolinearitas.....	46
4.4 Heterogenitas Spasial.....	47
4.5 Regresi Data Panel Setelah dilakukan Transformasi Data.....	47
4.5.1. Identifikasi Model Regresi Data Panel Setelah Transformasi Data 48	
4.5.2. Uji Signifikansi Parameter Model Data Panel Setelah Transformasi Data	48
4.5.3. Koefisien Determinasi Model Regresi Data Panel.....	49
4.6 Pemodelan Regresi Data Panel untuk setiap Variabel	50
4.7 Estimasi <i>Geographically Weighted Panel Regression</i>	54
4.7.1. Jarak Euclidean	55
4.7.2. Menentukan <i>Bandwidth</i>	55
4.7.3. Estimasi Parameter.....	56
4.7.4. Uji Hipotesis <i>Geographically Weighted Panel Regression</i>	56
4.8 Pemilihan Model Terbaik.....	60
4.9 Pembahasan Hasil Penelitian.....	60
BAB V PENUTUP.....	62
5.1. Kesimpulan.....	62
5.2. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	64

LAMPIRAN.....	67
RIWAYAT HIDUP.....	87

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Flow Chart Prosedur Penelitian.....	31
Gambar 4. 1 Peta Sebaran Luas Deforestasi Hutan di Indonesia Tahun 2014-2021.	33
Gambar 4. 2 Peta Sebaran Luas Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia Tahun 2014-2021	36
Gambar 4. 3 Peta Sebaran Jumlah Produksi Kayu Bulat di Indonesia Tahun 2014-2021	37
Gambar 4. 4 Peta Sebaran Luas Perkebunan Kelapa Sawit di Indonesia Tahun 2014-2021	39
Gambar 4. 5 Peta Sebaran Angka Kepadatan Penduduk di Indonesia Tahun 2014-2021	41
Gambar 4. 6 Peta Sebaran Angka PDRB Pertambangan dan Penggalian di Indonesia Tahun 2014-2021	43
Gambar 4. 7 Peta Sebaran Pengelompokan Variabel Prediktor yang Signifikan.....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Gambaran Umum Data Panel	8
Tabel 3. 1 Definisi Variabel Operasional.....	28
Tabel 4. 1 Statistika Deskriptif Data Deforestasi Hutan Indonesia Tahun 2014-2021	32
Tabel 4. 2 Statistika Deskriptif Data Luas Kebakaran Hutan dan Lahan di Indonesia Tahun 2014-2021.....	34
Tabel 4. 3 Statistika Deskriptif Data Jumlah Produksi Kayu Bulat di Indonesia Tahun 2014-2021.....	36
Tabel 4. 4 Statistika Deskriptif Data Luas Perkebunan Kelapa Sawit di Indonesia Tahun 2014-2021.....	38
Tabel 4. 5 Statistika Deskriptif Data Angka Kepadatan Penduduk di Indonesia Tahun 2014-2021.....	40
Tabel 4. 6 Statistika Deskriptif Data Angka PDRB Pertambangan dan Penggalian di Indonesia Tahun 2014-2021	42
Tabel 4. 7 Hasil Uji Chow dan Uji Hausman.....	44
Tabel 4. 8 Uji Signifikansi Parsial.....	45
Tabel 4. 9 Uji Multikolinearitas	47
Tabel 4.10 Uji Heterogenitas Spasial.....	47
Tabel 4. 11 Hasil Uji Chow dan Uji Hausman	48
Tabel 4. 12 Uji Signifikansi Parsial	49
Tabel 4. 13 Koefisien Determinasi R^2 Model Regresi Data Panel.....	50
Tabel 4. 14 Pendugaan Parameter Model Regresi Data Panel (X_1 terhadap Y).....	50
Tabel 4. 15 Pendugaan Parameter Model Regresi Data Panel (X_2 terhadap Y).....	50
Tabel 4. 16 Pendugaan Parameter Model Regresi Data Panel (X_3 terhadap Y).....	51
Tabel 4. 17 Pendugaan Parameter Model Regresi Data Panel (X_4 terhadap Y).....	51
Tabel 4. 18 Pendugaan Parameter Model Regresi Data Panel (X_5 terhadap Y).....	52
Tabel 4. 19 Pendugaan Parameter Model Regresi Data Panel (Asumsi X_1 dikalikan dengan 14,2%)	53
Tabel 4. 20 Pendugaan Parameter Model Regresi Data Panel (X_1 terhadap Y).....	53
Tabel 4. 21 Perbandingan Koefisien Determinasi R^2	54
Tabel 4. 22 Data Ilustrasi	54
Tabel 4. 23 Within Estimator Data Ilustrasi	55
Tabel 4. 24 Bandwidth Optimum.....	55
Tabel 4. 25 Jarak Euclidean Data Ilustrasi	56
Tabel 4. 26 Pembobot Optimum Data Ilustrasi	56
Tabel 4. 27 Kelompok Variabel yang Signifikan	57
Tabel 4. 28 Model GWPR untuk Setiap Provinsi	59
Tabel 4. 29 Pemilihan Model Terbaik	60

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Penelitian	67
Lampiran 2 Data setelah dilakukan Transformasi.....	73
Lampiran 3 Transformasi data dengan Within Transformation.....	74
Lampiran 4 Titik Lokasi Amatan.....	75
Lampiran 5 Intercept Regresi Data Panel untuk Setiap Lokasi Pengamatan	76
Lampiran 6 Jarak Euclidean.....	77
Lampiran 7 Pembobot Optimum Setiap Lokasi Pengamatan	78
Lampiran 8 Estimasi dan Signifikansi Parameter Model GWPR	79
Lampiran 9 Nilai P-Value setiap Variabel pada Model GWPR.....	80
Lampiran 10 Syntax Software R Studio.....	81

DAFTAR ISTILAH, LAMBANG, DAN SINGKATAN

FWI	<i>Forest Watch Indonesia</i>
GWR	<i>Geographically Weighted Regression</i>
GWPR	<i>Geographically Weighted Panel Regression</i>
OLS	<i>Ordinary Least Square</i>
WLS	<i>Weighted Least Square</i>
MSE	<i>Mean Square Error</i>
AIC	<i>Akaike Information Criterion</i>
CEM	<i>Common Effect Model</i>
FEM	<i>Fixed Effect Model</i>
REM	<i>Random Effect Model</i>
VIF	<i>Variation Inflation Factor</i>
IPKH	Industri Pengolahan Kayu Hulu
HPH	Hak Pengusaha Hutan
IPK	Ijin Pemanfaatan Kayu
HTI	Hutan Tanaman Industri
PDRB	Produk Domestik Regional Bruto
X_{jit}	variabel independen ke- j dari unit individu ke- i dan waktu ke- t
Y_{it}	variabel dependen dari unit individu ke- i dan waktu ke- t
β_{0it}	parameter regresi (<i>intercept</i>) pada individu ke- i dan waktu ke- t
β_j	parameter regresi (<i>slope</i>) ke- j untuk seluruh unit penelitian
ε_{it}	nilai <i>error</i> pada individu ke- i dan waktu ke- t
β_0	parameter regresi (<i>intercept</i>)
β_{0i}	parameter regresi (<i>intercept</i>) pada unit individu ke- i
v_i	efek acak dari unit individu ke- i
SSE_{CEM}	<i>Sum of squares for error</i> CEM
SSE_{FEM}	<i>Sum of squares for error</i> FEM
n	Jumlah individu (<i>cross section</i>)
T	Jumlah periode waktu (<i>time series</i>)

p	Jumlah variabel
$\hat{\beta}_{FEM}$	vektor estimasi parameter FEM
$\hat{\beta}_{REM}$	vektor estimasi parameter REM
ε	<i>Error metode Common Effect (OLS)</i>
R^2	Koefisien Determinasi
JB	Jarque-Bera
S	nilai <i>skewness error</i>
K	nilai <i>kurtosis error</i>
R_j^2	koefisien determinasi dari variabel ke- j
VIF	<i>Variation Inflation Factor</i>
I	Nilai <i>Moran's I</i>
w_{ij}	Elemen dari matriks pembobot spasial untuk pengamatan lokasi ke- i dan j
Y_i	Nilai pengamatan lokasi ke- i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)
Y_j	Nilai pengamatan lokasi ke- j
\bar{Y}	Rata-rata dari variabel Y
$E(I)$	Nilai ekspektasi <i>Moran's I</i>
$Var(I)$	Nilai variansi <i>Moran's I</i>
\mathbf{f}	Vektor dengan elemen $f_i = \left(\frac{\varepsilon_i^2}{\sigma^2} - 1\right)$
ε_i^2	<i>Error</i> kuadrat terkecil untuk observasi ke- i ($i = 1, 2, \dots, n$)
σ^2	Varians dari ε_i
\mathbf{Z}	Matriks berukuran $n \times (p + 1)$ berisi vektor yang sudah dinormalisasikan untuk setiap observasi
X_{ij}	Variabel independen ke- j ($j = 1, 2, 3, \dots, p$) pada pengamatan ke- i
$\beta_0(u_i, v_i)$	Koefisien regresi (<i>intercept</i>) model regresi GWR
$\beta_j(u_i, v_i)$	Koefisien regresi (<i>slope</i>) variabel independen ke- j pada titik ke- i
ε_i	<i>Error</i> pada pengamatan ke- i dengan asumsi $\varepsilon_i \sim IIDN(0, \sigma_i^2)$
b	Parameter non negatif (<i>bandwidth</i>)
d_{ij}	Jarak <i>euclidean</i> antara wilayah ke- i dan ke- j
u_i	Posisi <i>latitude</i> wilayah ke- i

u_j	Posisi <i>latitude</i> wilayah ke- j
v_i	Posisi <i>longitude</i> wilayah ke- i
v_j	Posisi <i>longitude</i> wilayah ke- j
$\beta_j(u_{it}, v_{it})$	koefisien regresi variabel independen ke- j di lokasi pengamatan ke- i pada waktu ke- t
(u_{it}, v_{it})	titik koordinat letak geografis lokasi pengamatan ke- i pada waktu ke- t
ε_{it}	nilai <i>error</i> unit individu ke- i dan waktu ke- t
$\hat{\sigma}$	Nilai estimator standar deviasi dari galat estimasi hasil estimasi maksimum likelihood, yaitu $\sigma^2 = \frac{RSS}{n}$
\mathbf{S}	Matriks proyeksi
SSE	<i>Sum of squares for error</i>
\hat{Y}_i	Nilai prediksi pada lokasi ke- i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)