

Pemodelan *Geographically Weighted Regression* Pada Angka Partisipasi Kasar Perguruan Tinggi Di Indonesia Tahun 2022

Eufrosiana Ga'a Bara¹, Fenny Fitriani², Artanti Indrasetianingsih³

^{1,2} Program Studi Statistika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas PGRI Adi Buana Surabaya
Jl. Dukuh Menanggal XII Telp./ (031) 822289873, Kota Surabaya, Jawa Timur, 60234

Email: eufrosiana18@gmail.com¹, fenny_f@unipasby.ac.id², artanti.indra@unipasby.ac.id³

Korespondensi penulis : fenny_f@unipasby.ac.id

Abstrak

Angka Partisipasi Kasar Perguruan Tinggi (APK-PT) merupakan proporsi mahasiswa di perguruan tinggi, tanpa memandang usia, di dibandingkan dengan usia kuliah pada umumnya (19-23 tahun). APK PT menjadi salah satu indikator pendidikan yang menjadi perhatian pembangunan berkelanjutan (SDGs). Secara nasional, rata-rata APK PT di Indonesia masih rendah dan belum mencapai target nasional sebesar 34,56% dari tahun ke tahun. Selain itu jika dilihat dari APK PT yang ada di setiap provinsi ternyata memiliki nilai yang berbeda-beda untuk setiap Provinsinya. Hal ini menandakan adanya kemungkinan perbedaan karakteristik dari daerah ke daerah lain. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR). Pada artikel ini dibahas mengenai faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap APK PT di seluruh Provinsi di Indonesia didasarkan pada metode GWR. Dari hasil pengujian didapatkan faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap APK PT di Indonesia adalah PDRB per kapita, pengeluaran per kapita yang disesuaikan, persentase penduduk miskin, persentase penduduk usia 15 tahun keatas berpendidikan tinggi ditamatkan di perguruan tinggi, angka melek huruf usia 15-24 tahun dan rasio dosen per mahasiswa. Pemodelan APK PT tiap Provinsi di Indonesia dengan metode GWR mampu memberikan hasil pemodelan terbaik dengan koefisien determinasi sebesar 97,44%.

Kata Kunci: *Geographically Weighted Regression*, Angka Partisipasi Kasar Perguruan Tinggi

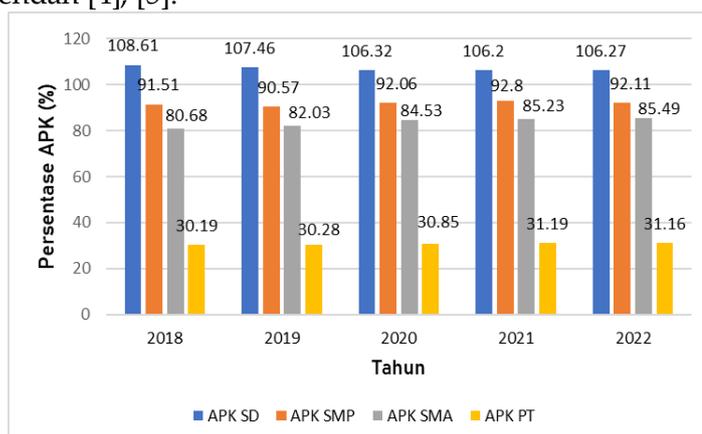
Abstract

The Gross Enrollment Rate in Higher Education (GER-HE) is the proportion of students in higher education, regardless of age, compared to the typical college age (19-23 years). The GER HE is one of the education indicators of concern for sustainable development (SDGs). Nationally, the average GER HE in Indonesia is still low and has not reached the national target of 34,56% from year to year. In addition, when viewed from the GER HE in each province, it turns out that it has different values for each province. This indicates the possibility of differences in characteristics from region to region. One way to overcome this problem is to use the Geographically Weighted Regression (GWR) method. This article discusses the factors that have a significant effect on the GER of He in all provinces in Indonesia based on the GWR method. From the rest results, it is found that the factors that significantly affect the GER HE in Indonesia are GRDP per capita, adjusted per capita expenditure, percentage of poor people, percentage of papulation aged 15 years and over with higher education completed in college, literacy rate aged 15-24 years anda the ratio of lecturers per student. Modeling the GER HE for each province in Indonesia with the GWR method is able to provide the best modeling results with a coefficient of determination of 97,44%.

Keywords: *Geographically Weighted Regression, Gross Enrollment Rate, Higher Education*

1. Pendahuluan

Di Indonesia diketahui bahwa kualitas sumber daya manusia masih rendah karena sistem pendidikan yang belum memadai, akses dan kesempatan pendidikan yang masih rendah, serta ekonomi rumah tangga yang lemah, sehingga masih banyak masyarakat yang putus sekolah dan kurangnya minat mengikuti kelanjutan studi di perguruan tinggi [1]. Hal ini terbukti secara nasional, persentase angka partisipasi kasar perguruan tinggi (APK-PT) Indonesia rendah dan tertinggal, menduduki peringkat ke-7 di antara negara-negara tetangga di kawasan Asia Tenggara. Menurut data Bank Dunia tahun 2020, peringkat Indonesia masih berada di bawah Singapura 91%, Thailand 49% dan Malaysia 43% [2]. Bahkan APK PT belum mencapai target nasional sebesar 34,56% untuk negara berkembang. Pertumbuhan APK PT Indonesia memperlihatkan kenaikan sebesar 0,97% yaitu dari 30,19% pada tahun 2018 menjadi 31,16% tahun 2022 [3]. Hal ini menunjukkan bahwa APK PT belum memenuhi target nasional sehingga dinilai masih rendah atau belum mencapai sepertiga dari jumlah penduduk usia aktif (19-23 tahun). Berdasarkan hasil survey yang ditunjukkan pada Gambar 1 membuktikan hal yang menarik pada fenomena APK di Indonesia yaitu fakta bahwa jika semakin tinggi tingkat pendidikan nilai APK semakin rendah [4], [5].

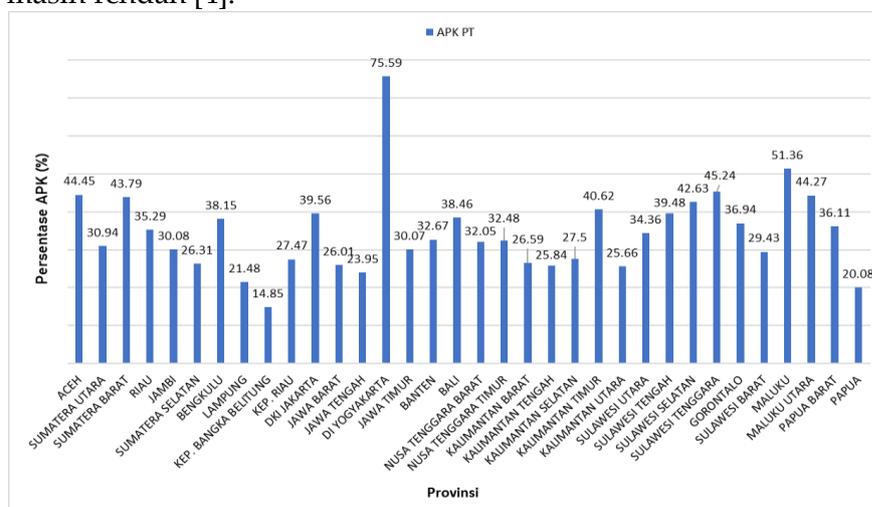


Gambar 1. Perbandingan APK PT Menurut Jenjang Pendidikan Tahun 2018-2022

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa APK pada jenjang SMA/Sederajat ke jenjang Perguruan Tinggi pada tahun 2018-2022 mengalami penurunan drastis. Dimana APK jenjang SMA/Sederajat sebesar 80,68% pada tahun 2018, kemudian meningkat menjadi 85,49% pada tahun 2022. APK pada jenjang Perguruan Tinggi mengalami peningkatan yaitu sebesar 30,19% pada tahun 2018, kemudian meningkat hingga tahun 2021 yaitu sebesar 31,19%. Namun pada tahun 2022 mengalami penurunan kembali sebesar 31,16%. Meskipun meningkat dari tahun ke tahun dijenjang Perguruan Tinggi, namun APK masih lebih rendah dari jenjang pendidikan lainnya. Berdasarkan data tersebut, APK PT masih cukup jauh dari target nasional yaitu sebesar 34,56%, sehingga diperlukan kajian tertentu untuk mengetahui faktor penyebab turunnya APK PT [6].

Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa capaian APK PT untuk tiap Provinsi di Indonesia tidak merata. Terlihat DI Yogyakarta mempunyai capaian APK PT sebesar 75,59% dan menjadi Provinsi urutan pertama di Indonesia dengan capaian tertinggi. Provinsi dengan capaian terendah yaitu Bangka Belitung sebesar 14,85%. Artinya dari 34 Provinsi di Indonesia, APK PT yang capaiannya sudah melebihi angka nasional terdapat

14 Provinsi sedangkan 20 Provinsi lainnya masih dibawah capaian angka nasional. Hal tersebut menunjukkan bahwa masih banyak daerah atau wilayah di Indonesia memiliki APK PT yang masih rendah [4].



Gambar 2. Capaian APK PT Indonesia Menurut Provinsi Tahun 2022

Adapun penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan APK PT telah dilakukan oleh Habibah *et.al* [1] yang mengkaji faktor-faktor yang diduga mempengaruhi APK PT di Indonesia dengan menggunakan metode regresi data panel. Hasilnya menunjukkan bahwa tidak semua variabel yang digunakan, diduga berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan APK PT. Dari hasil penelitian sebelumnya diketahui bahwa penelitian itu belum memperhatikan faktor-faktor yang menyebabkan rendahnya APK PT didasarkan pada efek spasial. Berdasarkan hal tersebut, maka pada artikel ini membahas mengenai analisis faktor-faktor yang mempengaruhi APK PT di Indonesia dengan efek spasial. Satu metode statistik yang dapat digunakan dalam pemodelan data spasial berdasarkan pendekatan titik adalah *Geographically Weighted Regression* (GWR) [7].

GWR merupakan metode pengembangan dari regresi global. Namun berbeda dengan regresi global yang biasanya digunakan secara umum di setiap lokasi pengamatan [8]. GWR menghasilkan estimasi parameter model yang bersifat lokal untuk setiap lokasi pengamatan [9]. Estimasi parameter dengan menggunakan metode *Weighted Least Square* (WLS) yaitu dengan memberikan bobot yang berbeda pada setiap lokasi [9]. Keunggulan model GWR dibandingkan dengan model regresi global adalah mampu memberikan model secara lokal, selain itu GWR juga menunjukkan faktor-faktor yang mempengaruhi variabel dependen terhadap lokasi [3]. Penelitian metode GWR telah banyak dilakukan, seperti penelitian pada pemodelan indeks pembangunan manusia di Indonesia dengan GWR [10], pemodelan kasus Jumlah Penduduk Miskin di Provinsi Jawa Tengah dengan GWR menggunakan fungsi pembobot *Kernel Gaussian* dan *Bisquare* [11], pemodelan pada persentase kriminalitas di Provinsi Jawa Timur dengan GWR [3], pemodelan kasus stunting di Provinsi Nusa Tenggara Timur dengan GWR [12], pemetaan faktor indeks aktivitas literasi membaca di Indonesia dengan GWR [15], dan pemodelan tingkat pengangguran terbuka di Indonesia dengan GWR menggunakan fungsi pembobot kernel *fixed* dan *adaptive* [16].

2. Metode Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan Buku Publikasi Statistika Pendidikan Tinggi Dikti tahun 2022. Data yang diambil dari BPS yaitu data Angka Partisipasi Kasar Perguruan Tinggi (Y), PDRB per Kapita (X_1), Pengeluaran per Kapita disesuaikan (X_2), Persentase Penduduk Miskin (X_3), dan Angka Melek Huruf Usia 15-24 Tahun (X_5). Data yang diambil dari Buku Publikasi Statistika Pendidikan Tinggi Dikti yaitu data Persentase Penduduk Usia 15 Tahun keatas Berpendidikan Tinggi ditamatkan di perguruan tinggi (X_4), Jumlah Perguruan Tinggi (X_6) dan Rasio Dosen per Mahasiswa (X_7). Unit pengamatan yang digunakan yakni keseluruhan provinsi di Indonesia terdiri dari 34 Provinsi. Prosedur analisis data dengan metode GWR adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data
2. Melakukan analisis deskriptif antara variabel independen dan variabel dependen serta memetakan peta persebaran variabel APK PT dan variabel lainnya [13]
3. Mengidentifikasi adanya multikolinearitas dengan menggunakan nilai VIF [14]. Pengujian ini diperlukan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antar variabel sehingga variabel tersebut layak digunakan dalam penelitian atau tidak.
4. Melakukan estimasi parameter model OLS untuk dapat membentuk model dari variabel dependen dengan variabel independen.
5. Pengujian signifikansi parameter melalui uji simultan dan uji parsial. Pada uji simultan dilakukan dengan menggunakan uji F, sedangkan untuk uji parsial dilakukan dengan menggunakan uji T untuk tiap variabel.
6. Pengujian asumsi residual bersifat IIDN (identik, independen dan berdistribusi normal. Pengujian ini harus dilakukan karena jika hasil uji IIDN tidak ada yang terlanggar, maka penyelesaian permasalahan tidak dapat dilanjutkan ke model GWR.
7. Interpretasi model regresi OLS
8. Menganalisis model GWR dengan tahapan sebagai berikut:
 1. Menghitung jarak *euclidean* antara lokasi ke-i terhadap lokasi ke-j yang terletak pada koordinat (u_i, v_i) .
 2. Menghitung bandwidth optimum menggunakan metode *Cross Validation* (CV), secara matematis dituliskan sebagai berikut:

$$CV = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq 1}(b))^2$$

dengan $\hat{y}_{\neq 1}(b)$ adalah nilai estimasi y_i dimana pengamatan lokasi (u_i, v_i) dihilangkan dari proses estimasi dan n adalah jumlah sampel. Untuk mendapatkan nilai bandwidth (b) yang optimal didapatkan dari nilai b yang menghasilkan nilai CV yang minimum [8].

3. Menghitung matriks pembobot dengan menggunakan fungsi pembobot kernel. Fungsi pembobot yang diuji yaitu fungsi pembobot *Gaussian*, *Tricube*, dan *Bi-square* dimana ketiga fungsi tersebut masing-masing diuji pada keadaan kernel tetap dan pada keadaan *adaptive kernel*. Fungsi pembobot yang terpilih diperoleh dengan melihat AIC terkecil dan R^2 terbesar [1].

4. Melakukan estimasi parameter model GWR dengan memasukan semua variabel independen menggunakan *Weighted Least Square* (WLS) [10]. Bentuk estimasi parameter dari model GWR untuk setiap lokasi didapatkan dari:

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

dimana $\hat{\beta}(u_i, v_i) = \hat{\beta}_{i0}, \hat{\beta}_{i1}, \hat{\beta}_{i2}, \dots, \hat{\beta}_{ik}$ adalah vektor koefisien regresi lokal dan $\mathbf{W}(u_i, v_i)$ adalah matriks diagonal dengan elemen pada diagonalnya merupakan pembobot geografis pada setiap data untuk lokasi pengamatan ke- i sedangkan elemen lainnya bernilai nol [8].

5. Melakukan pengujian kesesuaian model regresi dan GWR
6. Melakukan pengujian signifikansi parameter GWR secara parsial
7. Membentuk model GWR
9. Menentukan model terbaik menggunakan kriteria R^2 dan AIC untuk membandingkan model regresi OLS dengan model GWR dengan fungsi pembobot [12].
10. Interpretasi model GWR
11. Menarik kesimpulan.

3. Hasil dan Pembahasan

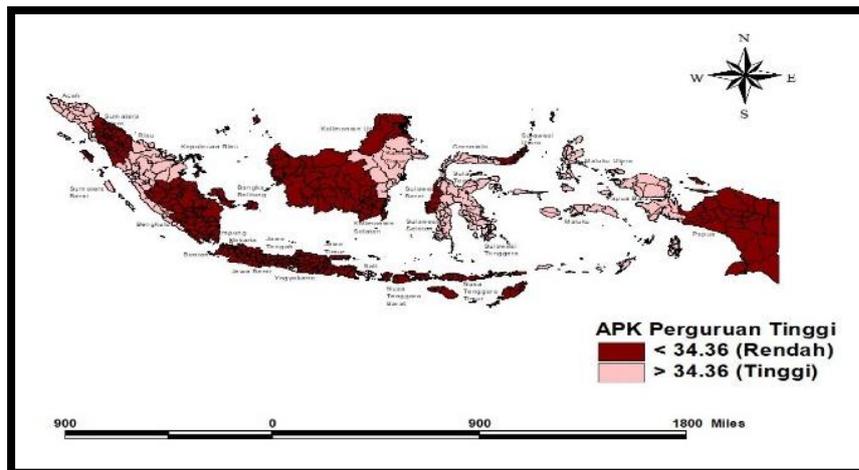
3.1 Analisis Deskriptif

Di Indonesia terdapat 34 Provinsi dengan persentase APK PT berbeda-beda di setiap Provinsi. Hal ini disebabkan adanya perbedaan karakteristik daerah dan faktor yang mempengaruhinya. Berikut adalah hasil analisis statistik deskriptif setiap variabel yang digunakan dalam penelitian ini [40].

Tabel 1 Statistik Deskriptif Variabel Penelitian

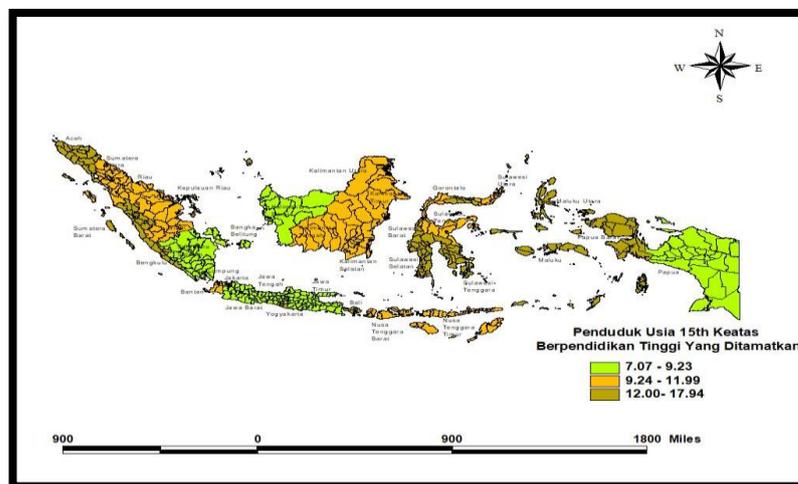
Variabel	Minimum	Mean	St. Dev	Maksimum
Y	14,85	34,40	10,98	75,59
X ₁	21718	76521	60445,13	29836
X ₂	7146	11080	2246,72	18927
X ₃	4,53	10,29	5,28	26,80
X ₄	7,07	11,41	2,62	17,94
X ₅	92,04	99,63	1,34	99,97
X ₆	13,00	131,79	144,88	600,00
X ₇	10,00	17,03	4,21	34,00

Tabel 1 menunjukkan bahwa APK PT dari 34 Provinsi di Indonesia tahun 2022 memiliki rata-rata yaitu 34,40%. Dimana Provinsi yang memiliki nilai persentase APK PT di atas rata-rata sebanyak 15 Provinsi sedangkan yang di bawah rata-rata sebanyak 19 Provinsi. APK PT tertinggi sebesar 75,59% terdapat di Provinsi DI Yogyakarta dan terendah sebesar 14,85% terdapat di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Jika dibandingkan APK PT di Provinsi DI Yogyakarta dengan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung memiliki persentase yang sangat jauh dan masih di bawah rata-rata.



Gambar 3. Peta Persebaran Angka Partisipasi Perguruan Tinggi di Indonesia Tahun 2022

Gambar 3 menjelaskan peta persebaran APK PT di Indonesia dari 34 Provinsi terbagi menjadi 2 kategori yaitu kategori rendah dengan rentan nilai (<34,36%) belum memenuhi target nasional dan kategori tinggi dengan rentan nilai (>34,36%) sudah memenuhi target nasional. Dimana untuk kategori rendah APK PT di Indonesia sebanyak 19 Provinsi dan untuk kategori tinggi APK PT di Indonesia sebanyak 15 Provinsi. Artinya sebagian besar Provinsi di Indonesia, masih kurangnya penduduk dalam berpartisipasi di dunia pendidikan tinggi. Pada Gambar 3 terlihat bahwa persebaran APK PT di Indonesia untuk tiap kelompok saling berdekatan. Hal ini mengindikasikan bahwa ada kemungkinan faktor yang sama untuk mempengaruhi APK PT.



Gambar 4. Persentase Penduduk Usia 15 keatas Berpendidikan Tinggi ditamatkan

Gambar 4 menjelaskan peta persebaran persentase penduduk usia 15 tahun keatas yang berpendidikan tinggi ditamatkan di perguruan tinggi (X_4), dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu kategori rendah (7,07% – 9,23%), kategori sedang (9,24% – 11,29%) dan kategori tinggi (12,00% –17,94%). Dimana wilayah dengan persentase penduduk usia 15 tahun keatas berpendidikan tinggi yang ditamatkan yang masuk dalam kategori rendah terdapat 8 Provinsi. Adapun wilayah yang masuk kategori sedang terdapat 9 Provinsi. Kemudian untuk wilayah yang masuk dalam kategori tinggi terdapat 13 Provinsi.

Artinya masih kurang kesadaran penduduk usia 15 tahun keatas di Indonesia untuk menempuh pendidikan tinggi. Pada Gambar 4. terlihat bahwa persentase penduduk usia 15 tahun keatas berpendidikan tinggi yang ditamatkan di Indonesia untuk tiap kelompok saling berdekatan. Hal ini mengindikasikan bahwa ada kemungkinan faktor yang sama untuk mempengaruhi APK PT.

3.2 Deteksi Multikolinearitas

Pengujian ini dilakukan untk dapat mengetahui adanya hubungan linear antar variabel bebas dalam model regresi linear berganda dengan melihat nilai VIF > 10 [14]. Pada Tabel 2 terlihat bahwa semua variabel memperoleh nilai VIF < 10, maka tidak ada masalah multikolinearitas.

Tabel 2. Deteksi Multikolinearitas

Variabel	VIF
X_1	1,842546
X_2	2,884381
X_3	2,650793
X_4	1,562266
X_5	1,911454
X_6	1,384840
X_7	1,539248

3.3 Pemodelan regresi OLS

Hasil estimasi parameter model OLS dengan regresi linear berganda dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Estimasi Parameter Model OLS

Estimasi Parameter	Nilai Estimasi	T_{hitung}	$T_{(0,025;26)}$	$P\text{-Value}$	Keputusan $\alpha = 5\%$
β_0	$-6,947 \cdot 10^{-07}$	0,000	2,055	1,0000	Tolak H_0
β_1	-0,08659	-0,632	2,055	0,5332	Gagal Tolak H_0
β_2	-0,1912	-1,115	2,055	0,2752	Gagal Tolak H_0
β_3	0,0643	0,391	2,055	0,6989	Gagal Tolak H_0
β_4	0,8686	6,881	2,055	$2,64 \cdot 10^{-07}$	Tolak H_0
β_5	0,2377	1,703	2,055	0,1006	Gagal Tolak H_0
β_6	-0,0547	-0,460	2,055	0,6490	Gagal Tolak H_0
β_7	0,4070	3,248	2,055	0,0032	Tolak H_0
F_{hitung}			10,29		
P-Value			0,000004		
R^2			0,7348		

Tabel 3 menunjukkan bahwa variabel bebas yang berpengaruh signifikan terhadap APK PT di Indonesia adalah persentase penduduk usia 15 tahun keatas yang berpendidikan tinggi ditamatkan di perguruan tinggi (X_4) dan rasio dosen per mahasiswa (X_7), dengan memiliki p-value yang kurang dari $\alpha = 5\%$. Maka model yang terbentuk dengan regresi linear berganda adalah sebagai berikut:

$$y_i = -6,947 \cdot 10^{-7} - 0,08659X_1 - 0,1912X_2 + 0,0643X_3 + 0,8686X_4 + 0,2377X_5 - 0,0547X_6 + 0,4070X_7$$

Dari model OLS dengan regresi berganda menunjukkan bahwa variabel yang berpengaruh signifikan terhadap APK PT adalah variabel persentase penduduk usia 15 tahun keatas yang berpendidikan tinggi ditamatkan di perguruan tinggi (X_4) dan rasio dosen per mahasiswa (X_7) memiliki koefisien parameter OLS bernilai positif yang artinya

bahwa setiap perubahan satu satuan variabel X_4 dan X_7 , maka akan mempengaruhi APK PT atau semakin tinggi pula partisipasi penduduk di pendidikan tinggi, namun dengan syarat variabel lain konstan. Nilai R^2 diperoleh dari model OLS sebesar 73,48% maka dapat disimpulkan bahwa model yang terbentuk dapat menjelaskan variabel APK PT sebesar 73,48% dan sisanya 26,52% dijelaskan oleh variabel lain diluar model.

3.4 Pengujian Asumsi Residual Identik

Berdasarkan hasil pengujian asumsi residual dengan uji *Breusch-Pagan* diperoleh nilai *p-value* sebesar 0,03463 dimana nilai tersebut lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai $\alpha = 0,05$ atau nilai $B_{hitung} = 15,109$ yang lebih besar dari $X^2_{(0,05;6)} = 12,592$. Hasil tersebut menunjukkan residual tidak identik atau dengan kata lain ada heterogenitas spasial dari variabel. Sehingga dapat dilakukan pemodelan APK PT dengan GWR.

3.5 Pengujian Asumsi Residual Independen

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan uji *Durbin-Watson* diperoleh nilai *p-value* sebesar 0,2333 dimana nilai tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan nilai $\alpha = 0,05$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa tidak ada autokorelasi antar residual.

3.6 Pengujian Asumsi Residual Normalitas

Berdasarkan hasil pengujian menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* diperoleh nilai *p-value* sebesar 0,3647 dimana nilai tersebut lebih besar jika dibandingkan dengan $\alpha = 0,05$ dan untuk nilai $D_{hitung} = 0,15319 > D_{(0,05;34)} = 0,150$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa data berdistribusi normal.

3.7 Pemilihan *Bandwidth* Optimum

Setelah memiliki model regresi OLS dan asumsi terpenuhi, lanjutkan ke pemodelan GWR. Langkah awal yang dilakukan adalah menghitung jarak *euclidean* (d_{ij}) antar lokasi pengamatan satu dengan lokasi lainnya sesuai dengan titik koordinat (longitude dan latitude) setiap Provinsi di Indonesia. Setelah mendapatkan jarak antar lokasi (d_{ij}), selanjutnya menentukan nilai *bandwidth* optimum menggunakan kriteria nilai *Cross Validation* dari setiap fungsi pembobot. Hasil diperoleh *bandwidth* sebesar 0,1146539 dengan nilai CV paling minimum sebesar 31,47393, dengan memilih fungsi pembobot berdasarkan kriteria nilai R^2 terbesar dan AIC terkecil untuk menentukan fungsi pembobot terbaik untuk model GWR. Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa fungsi pembobot *adaptive kernel gaussian* yang memiliki kriteria terbaik dibandingkan fungsi pembobot lainnya, sehingga dapat membentuk model terbaik pada pemodelan GWR dan dapat digunakan untuk memodelkan APK PT di Indonesia.

Tabel 4. Nilai R^2 dan AIC

Fungsi Pembobot	R^2	AIC
Fixed Kernel Gaussian	0,7347833	58,47756
Fixed Kernel Bisquare	0,7348208	59,44706
Fixed Kernel Tricube	0,7348107	59,39609
Adaptive Kernel Gaussian	0,9744411	-6,181002
Adaptive Kernel Bisquare	0,9506535	13,91293
Adaptive Kernel Tricube	0,8848294	38,36617

3.8 Estimasi Parameter Model GWR

Tabel 5 menunjukkan kisar nilai minimum dan maksimum dari estimasi parameter untuk setiap Provinsi di Indonesia. Misalnya, diketahui nilai minimum estimasi parameter untuk variabel X_1 sebesar -0,790147 terdapat di Provinsi Jawa Barat dan nilai maksimumnya sebesar 0,290982 terdapat di Provinsi Maluku. Nilai minimum estimasi parameter untuk variabel X_2 sebesar -0,811107 terdapat di Provinsi Jambi dan nilai maksimumnya sebesar 0,503738 terdapat di Provinsi Jawa Tengah. Adapun nilai global merupakan nilai estimasi parameter regresi OLS.

Tabel 5. Estimasi Parameter Model GWR

Estimasi Parameter	Nilai Koefisien Parameter		Global
	Minimum	Maximum	
$\hat{\beta}_0$	-1,822431	0,592065	0,0000
$\hat{\beta}_1$	-0,790147	0,290982	-0,0866
$\hat{\beta}_2$	-0,811107	0,503738	-0,19112
$\hat{\beta}_3$	-0,154987	1,052158	0,0643
$\hat{\beta}_4$	0,556129	1,160579	0,8686
$\hat{\beta}_5$	-3,024261	9,437090	0,2377
$\hat{\beta}_6$	-0,328418	0,110771	-0,0547
$\hat{\beta}_7$	0,196085	1,279920	0,4070

Setelah memiliki estimasi parameter model, maka selanjutnya dilakukan uji kesesuaian model GWR untuk mengetahui apakah ada perbedaan signifikan antara model regresi OLS dan Model GWR [1]. Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai *p-value* lebih kecil jika dibandingkan dengan nilai $\alpha = 0,05$ atau $F_{hitung} > F_{1-(\alpha,df_1,df_2)}$ maka tolak H_0 artinya ada perbedaan yang signifikan antara model regresi OLS dengan model GWR. Dapat disimpulkan bahwa model GWR lebih baik untuk dijadikan pemodelan APK PT di Indonesia.

Tabel 6. Goodness Of Fit

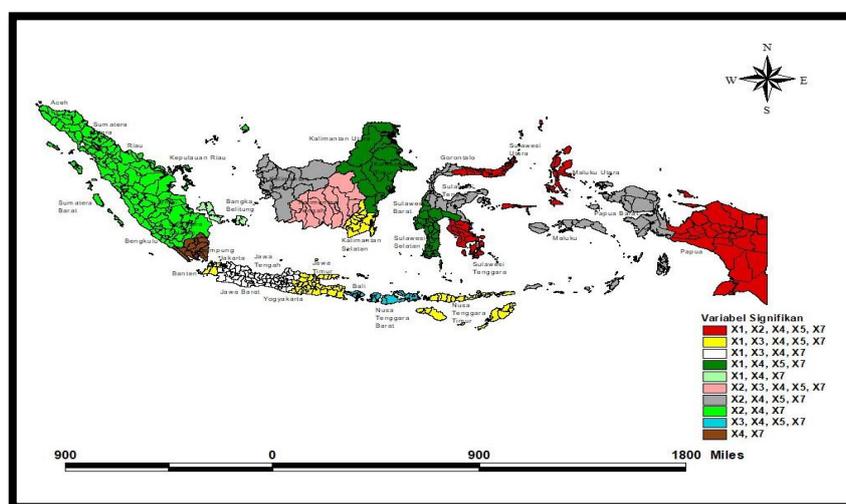
Model	SS	F_{hitung}	F_{tabel}	P-Value
OLS Residual	8,7526	10,377	0,418705	0,001492
GWR Residual	0,8434			

Selanjutnya melakukan pengujian signifikansi parameter model secara parsial, untuk mengetahui variabel mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap APK PT di Indonesia secara lokal. Dengan taraf signifikan $\alpha = 0,05$ didapatkan nilai $t_{\frac{\alpha}{2}(n-k-1)}$ untuk model GWR yaitu $t_{(0,025;26)} = 2,055$. Kriteria keputusan tolak H_0 jika nilai $|t_{hitung}| > t_{tabel}$ artinya signifikan terhadap model atau ada pengaruh variabel bebas terhadap APK PT di Indonesia. Pemodelan menggunakan GWR untuk setiap Provinsi akan berbeda, dengan variabel yang signifikan mempengaruhi APK PT setiap Provinsi di Indonesia adalah terdapat 6 variabel yang dinyatakan signifikan yaitu PDRB per kapita (X_1), pengeluaran per kapita disesuaikan (X_2), persentase penduduk miskin (X_3), persentase penduduk usia 15 tahun keatas berpendidikan tinggi ditamatkan (X_4), angka melek huruf usia 15-24 tahun (X_5) dan rasio dosen per mahasiswa (X_7) sedangkan 1 variabel yang tidak signifikan yaitu jumlah perguruan tinggi (X_6). Tabel 7 menunjukkan variabel yang signifikan setiap Provinsi secara parsial dan pemodelan GWR dengan fungsi pembobot *adaptive kernel gaussian*.

Tabel 7. Variabel Signifikan Setiap Provinsi

No	Provinsi	Variabel Signifikan
1	Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Kep. Riau, Bengkulu	X_2, X_4, X_7
2	Lampung	X_4, X_7
3	Kep. Bangka Belitung	X_1, X_4, X_7
4	DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, DI Yogyakarta	X_1, X_3, X_4, X_7
5	Jawa Timur, Banten, Nusa Tenggara Timur, Kalimantan Selatan	X_1, X_3, X_4, X_5, X_7
6	Bali, Nusa Tenggara Barat	X_3, X_4, X_5, X_7
7	Kalimantan Barat, Maluku, Sulawesi Tengah, Papua Barat	X_2, X_4, X_5, X_7
8	Kalimantan Tengah	X_2, X_3, X_4, X_5, X_7
9	Kalimantan Timur, Sulawesi Selatan, Sulawesi Barat, Kalimantan Utara	X_1, X_4, X_5, X_7
10	Sulawesi Utara, Gorontalo, Maluku Utara, Papua, Sulawesi Tenggara	X_1, X_2, X_4, X_5, X_7

Peta persebaran variabel yang signifikan berpengaruh terhadap APK PT di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. Persebaran Variabel Signifikan Setiap Provinsi di Indonesia

Gambar 5 menunjukkan peta persebaran variabel bebas yang berpengaruh signifikan di setiap Provinsi di Indonesia dengan masing-masing pembobot. Diketahui terdapat pengelompokan wilayah penyebaran variabel bebas berpengaruh signifikan terhadap APK PT di Indonesia. Hal ini karena adanya perbedaan variabel yang berpengaruh signifikan di setiap wilayah. Pada peta tersebut terlihat bahwa variabel yang signifikan terbagi menjadi 10 kelompok dan ditandai dengan warna masing-masing kelompok. Berdasarkan pengelompokan pada Gambar 5, diketahui ada beberapa kelompok yang bertetangga dengan mempunyai variabel beririsan. Sebagai contoh misalnya kelompok 1 (warna merah) bertetangga dengan kelompok 7 (warna abu-abu) mempunyai variabel beririsan yaitu X_2, X_4, X_5 dan X_7 . Selanjutnya diikuti oleh kelompok 4 (warna hijau tua) bertetangga dengan kelompok 1 dan 7, mempunyai variabel beririsan yaitu X_4, X_5, X_7 . Ada pula Kelompok 3 (warna putih) bertetangga dengan kelompok 2 mempunyai variabel beririsan yaitu X_2, X_3, X_4 dan X_7 . Selanjutnya kelompok 8 (warna hijau terang) bertetangga dengan kelompok 10 (warna coklat), mempunyai variabel beririsan yaitu X_4 dan X_7 . Serta kelompok 5 (warna hijau muda) bertetangga dengan

kelompok 8 mempunyai variabel berurutan yaitu X_4 dan X_7 . Hal ini menunjukkan bahwa untuk area yang saling berdekatan berindikasi memiliki variabel signifikan yang sama.

3.9 Pembentukan Model GWR

Berikut merupakan interpretasi pemodelan GWR dengan fungsi pembobot *adaptive kernel gaussian* untuk setiap Provinsi di Indonesia. Sebagai contoh model GWR untuk Provinsi Kepulauan Bangka Belitung yang merupakan Provinsi dengan nilai APK PT terendah dan Provinsi DI Yogyakarta dengan nilai APK PT tertinggi di Indonesia dengan model yang diperoleh dari variabel yang berpengaruh signifikan adalah sebagai berikut:

$$\hat{y}_9 = -0,5222 - 0,3415X_{9,1} + 1,1373X_{9,4} + 0,2296X_{9,7}$$

Model di atas dapat disimpulkan bahwa jika PDRB per kapita (X_1) mengalami penurunan satu persen maka APK PT di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung akan mengalami penurunan sebesar 34,15% dengan syarat variabel lain konstan. Apabila persentase penduduk usia 15 tahun keatas yang berpendidikan tinggi ditamatkan di perguruan tinggi (X_4) mengalami kenaikan satu persen maka APK PT mengalami peningkatan sebesar 113,73% dengan syarat variabel lain konstan. Jika variabel rasio dosen per mahasiswa (X_7) mengalami kenaikan satu persen maka APK perguruan tinggi akan mengalami peningkatan sebesar 22,96% dengan syarat variabel lain tetap.

$$\hat{y}_{14} = -0,2125 - 0,5119X_{14,1} + 1,0031X_{14,3} + 1,0977X_{14,4} + 0,2858X_{14,7}$$

Model di atas dapat disimpulkan bahwa jika PDRB per kapita (X_1) mengalami penurunan satu persen maka APK PT di Provinsi DI Yogyakarta akan mengalami penurunan sebesar 51,19% dengan syarat variabel lain konstan. Apabila persentase penduduk usia 15 tahun keatas yang berpendidikan tinggi ditamatkan di perguruan tinggi (X_4) mengalami kenaikan satu persen maka APK PT mengalami peningkatan sebesar 100,31% dengan syarat variabel lain konstan. Dan jika variabel rasio dosen per mahasiswa (X_7) mengalami kenaikan satu persen maka APK perguruan tinggi akan mengalami peningkatan sebesar 109,77% dengan syarat variabel lain konstan. Nilai R^2 yang diperoleh model GWR sebesar 97,44% artinya model GWR mampu menginterpretasikan model GWR secara lokal. Nilai tersebut juga menunjukkan model GWR mampu menjelaskan APK PT di Indonesia sebesar 97,44%, sedangkan sisanya 0,03% dipengaruhi oleh variabel bebas lainnya yang belum dimasukkan ke dalam model.

Setelah mendapat model regresi OLS dan model GWR, selanjutnya pemilihan model terbaik untuk mengevaluasi seberapa tepat model dapat digunakan. Pemilihan model terbaik dilihat dari kriteria nilai R^2 terbesar dan nilai AIC terkecil. Hasil perbandingannya dapat dilihat pada Tabel 8 sebagai berikut.

Tabel 8. Pemilihan Model Terbaik

Model	R^2	AIC
OLS	0,7384	68,3495
GWR	0,9744	-6,1810

Pada Tabel 8 diketahui bahwa model GWR memiliki nilai R^2 terbesar dan nilai AIC terkecil, maka model terbaik yang dipilih adalah model GWR dibandingkan model

lainnya, yang berarti model GWR mampu memberikan hasil yang baik untuk pemodelan APK PT di Indonesia dibandingkan dengan pemodelan menggunakan regresi global.

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis dan pembahasan diatas, diketahui bahwa model estimasi yang diperoleh dengan metode GWR berbeda untuk setiap Provinsi di Indonesia. Model terbaik untuk pemodelan APK PT di Indonesia tahun 2022 adalah model GWR dengan fungsi pembobot *adaptive kernel gaussian*. Faktor-faktor yang berpengaruh signifikan terhadap APK PT di setiap Provinsi di Indonesia adalah PDRB per kapita, pengeluaran per kapita, persentase penduduk miskin, persentase penduduk usia 25 tahun keatas berpendidikan tinggi ditamatkan, angka melek huruf 15-24 tahun dan rasio dosen per mahasiswa.

Saran bagi peneliti selanjutnya diharapkan untuk meninjau penelitian saat ini dan penelitian sebelumnya dengan menggunakan variabel-variabel yang memiliki hubungan yang tinggi terhadap APK PT, untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dan perlu meningkatkan penggunaan variabel bebas dan ini harus diselidiki terlebih dahulu. Selain itu pada pembahasan, didapatkan bahwa variabel persentase penduduk usia 15 tahun ke atas yang berpendidikan tinggi ditamatkan di perguruan tinggi (X_4) dan rasio dosen per mahasiswa (X_7) berpengaruh signifikan terhadap APK PT di seluruh Provinsi yang ada di Indonesia. Oleh karena itu, rekomendasi untuk peneliti selanjutnya yang menggunakan variabel tersebut perlu adanya peninjauan lebih lanjut. Itu karena para peneliti dalam penelitian ini tidak tahu persis mengapa variabel tersebut memiliki dampak terbesar. Bagi sisi pemerintah dalam rangka meningkatkan jumlah partisipasi masyarakat dalam menempuh pendidikan tinggi, perlu dilakukan kajian dan merumuskan kebijakan serta lebih memfokuskan kegiatan pembangunan untuk meningkatkan kapasitas pelayanan perguruan tinggi.

Daftar Pustaka

- [1] Siti Habibah, Y. P. Putra, and Y. M. Putra, "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Angka Partisipasi Perguruan Tinggi Pada 32 Provinsi Di Indonesia Tahun 2013-2016," *Jurnal Anggaran dan Keuangan Negara Indonesia (AKURASI)*, vol. 1, no. 1, pp. 20–20, Jun. 2019, doi: 10.33827/AKURASI2019.VOL1.ISS1.ART46.
- [2] A. Mutia, "Angka Partisipasi Perguruan Tinggi RI Masih Kalah dari Thailand dan Malaysia," Sep.30, 2022. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/09/30/angka-partisipasi-perguruan-tinggi-ri-masih-kalah-dari-thailand-dan-malaysia> (accessed Aug. 10, 2023).
- [3] D. W. S. Yusuf, E. M. P. Hermanto, and W. Pramesti, "Pemodelan Geographically Weighted Regression (GWR) Pada Persentase Kriminalitas Di Provinsi Jawa Timur Tahun 2017," *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*, vol. 4, no. 1, pp. 156–163, Feb. 2020, doi: 10.29244/IJSA.V4I1.557.
- [4] Badan Pusat Statistik, "Angka Partisipasi Kasar (APK) Perguruan Tinggi (PT)," 2022. <https://www.bps.go.id/indicator/28/303/1/angka-partisipasi-kasar-a-p-k-.html> (accessed Aug. 10, 2023).

- [5] Badan Pusat Statistik, "Angka Partisipasi Kasar (APK)," 2022. <https://www.bps.go.id/indicator/28/1443/1/angka-partisipasi-kasar-apk-perguruan-tinggi-pt-menurut-provinsi.html> (accessed Aug. 10, 2023).
- [6] Badan Pusat Statistik, "Statistik Pendidikan 2022," BPS, 2022. <https://www.bps.go.id/publication/2022/11/25/a80bdf8c85bc28a4e6566661/statistik-pendidikan-2022.html> (accessed Aug. 10, 2023).
- [7] C. Brunson, A. S. Fotheringham, and M. E. Charlton, "Geographically weighted regression: a method for exploring spatial nonstationarity," *Geogr Anal*, vol. 28, no. 4, pp. 281–298, 1996, doi: 10.1111/J.1538-4632.1996.TB00936.X.
- [8] A. S. Fotheringham, M. Charlton, and C. Brunson, *Geographically Weighted Regression the analysis of spatial varying relationships*. New Jersey: Wiley, 2002.
- [9] Badan Pusat Statistik, "Potret pendidikan Indonesia : statistik pendidikan 2016," Jakarta, 2016.
- [10] M. Marizal, H. Atiqah, P. Matematika, F. Sains, and U. Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, "Pemodelan Indeks Pembangunan Manusia di Indonesia dengan Geographically Weighted Regression (GWR)," *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, vol. 8, no. 2, pp. 133–145, Sep. 2022, doi: 10.24014/JSMS.V8I2.17886.
- [11] N. Lutfiani, S. Sugiman, and S. Mariani, "Pemodelan Geographically Weighted Regression (GWR) dengan Fungsi Pembobot Kernel Gaussian dan Bi-Square," *Unnes Journal of Mathematics*, vol. 8, no. 1, pp. 82–91, Jun. 2019, doi: 10.15294/UJM.V8I1.17103.
- [12] M. G. Leto Bele, E. Mustikawati, P. Hermanto, and F. Fitriani, "Pemodelan Geographically Weighted Regression pada Kasus Stunting di Provinsi Nusa Tenggara Timur Tahun 2020," *Jurnal Statistika dan Aplikasinya*, vol. 6, no. 2, pp. 179–191, Dec. 2022, doi: 10.21009/JSA.06204.
- [13] S. Siregar, *Statistik Deskriptif Untuk Penelitian*. Jakarta: Raja Grafindo Persada, 2014.
- [14] D. N. Gujarati, *Basic Econometrics*. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2003.
- [15] A. Hapsery and D. Trishnanti, "Aplikasi Geographically Weighted Regression (Gwr) Untuk Pemetaan Faktor Yang Mempengaruhi Indeks Aktivitas Literasi Membaca Di Indonesia," *Jurnal Riset dan Aplikasi Matematika (JRAM)*, vol. 5, no. 2, pp. 80-91, 2021, doi: 10.26740/JRAM.V5N2.P80-91.
- [16] M. R. Ramadayani, F. H. Indiyah, and I. Hadi, "Pemodelan Geographically Weighted Regression Menggunakan Pembobot Kernel Fixed dan Adaptive pada Kasus Tingkat Pengangguran Terbuka di Indonesia," *JMT : Jurnal Matematika dan Terapan*, vol. 4, no. 1, pp. 51-62, 2022, doi: 10.21009/JMT.4.1.5