

## Pemodelan *Geographically Weighted Regression* dengan Fungsi Pembobot *Fixed Gaussian Kernel* untuk Kasus Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Wanita di Provinsi Aceh

Ainun Hayat Damayanti\*, Dwi Agustin Nuriani Sirodj

Prodi Statistika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\*nun.haydi@gmail.com, dwi.agustinns@gmail.com

**Abstract.** The female labor force participation rate (TPAK) is an indicator that shows the large percentage of the working-age female population who are economically active in an area. The TPAK value of women in Aceh Province in 2021 was 48,36%. This value shows that the TPAK of Acehnese women is still 31,04% lower than the male TPAK of 79,40%. The data shows that there are resources that are underutilized properly and are not in line with one of the Sustainable Development Goals (SDGs) regarding gender equality in work. The problem regarding the number of female TPAK which is still below the male TPAK figure can be solved by the *Geographically Weighted Regression* (GWR) method because it has a different TPAK between in cities and villages due to different geographical factors there are also natural resources, human resources, availability of employment, availability of health facilities and others that vary. It can be seen from the smallest AIC values and the largest R<sup>2</sup> that compared to the global regression model, the GWR model with *Fixed Gaussian Kernel* weighting function is the best model for modeling female TPAK data in Aceh Province with an AIC value of 116.5576 and R<sup>2</sup> of 90.78%. The GWR model using the kernel fixed gaussian weighting function only produces 1 group of significant variables, namely, the housewife percentage variable. So the factor that affects the low TPAK of women in Aceh Province is the percentage of housewives

**Keywords:** *Fixed Gaussian, Geographically Weighted Regression, Kernel Functions, Spatial Data, Women's Labor Force Participation Rate.*

**Abstrak.** Tingkat partisipasi angkatan kerja (TPAK) wanita merupakan indikator yang menunjukkan besarnya persentase penduduk wanita usia kerja yang aktif secara ekonomi di suatu daerah. Nilai TPAK wanita di Provinsi Aceh tahun 2021 adalah sebesar 48,36%. Nilai ini menunjukkan bahwa TPAK wanita Aceh masih 31,04% lebih rendah dari TPAK pria yang sebesar 79,40%. Data tersebut menunjukkan adanya sumber daya yang kurang dimanfaatkan dengan baik dan tidak selaras dengan salah tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs) perihal kesetaraan gender dalam pekerjaan. Permasalahan mengenai angka TPAK wanita yang masih berada dibawah angka TPAK pria ini dapat diselesaikan dengan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) karena memiliki TPAK yang berbeda antara di kota dan di desa akibat faktor geografis yang berbeda juga terdapat sumber daya alam, sumber daya manusia, ketersediaan lapangan kerja, ketersediaan fasilitas kesehatan dan lain-lain yang bervariasi. Terlihat dari nilai AIC terkecil dan R<sup>2</sup> terbesar diketahui bahwa dibandingkan model regresi global, model GWR dengan fungsi pembobot *Fixed Gaussian Kernel* adalah model terbaik untuk memodelkan data TPAK wanita di Provinsi Aceh dengan nilai AIC sebesar 116.5576 dan R<sup>2</sup> sebesar 90,78%. Model GWR dengan menggunakan fungsi pembobot *Fixed Gaussian Kernel* hanya menghasilkan 1 kelompok variabel signifikan yakni, variabel persentase ibu rumah tangga. Maka faktor yang mempengaruhi rendahnya TPAK wanita di Provinsi Aceh adalah persentase ibu rumah tangga.

**Kata Kunci:** *Data Spasial, Fixed Gaussian, Fungsi Kernel, Geographically Weighted Regression, dan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja Wanita.*

## A. Pendahuluan

Berdasarkan publikasi Provinsi Aceh dalam Angka 2022 (BPS, 2022) tercatat bahwa 50,2% penduduk Aceh tahun 2021 adalah pria. Walaupun memiliki jumlah penduduk pria dan wanita yang tidak berbeda terlalu jauh, ketimpangan angka TPAK wanita masih terjadi di Aceh. Nilai Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) wanita di Provinsi Aceh tahun 2021 adalah sebesar 48,36% (BPS, 2021). Nilai ini menunjukkan bahwa TPAK wanita Aceh masih 31,04% lebih rendah dari TPAK pria yang sebesar 79,40% (BPS, 2021). Data tersebut menunjukkan adanya sumber daya yang kurang dimanfaatkan dengan baik dan tidak selaras dengan salah tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs) perihal kesetaraan gender dalam pekerjaan. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) wanita merupakan indikator yang menunjukkan besarnya persentase penduduk wanita usia kerja yang aktif secara ekonomi di suatu daerah, mengenai angka TPAK wanita yang masih berada dibawah angka TPAK pria ini memiliki TPAK yang berbeda antara di kota dan di desa akibat faktor geografis yang berbeda juga terdapat sumber daya alam, sumber daya manusia, ketersediaan lapangan kerja, ketersediaan fasilitas kesehatan dan lain-lain yang bervariasi. Perbedaan atau keragaman ini mengindikasikan adanya efek spasial maka dibutuhkan analisis berbasis lokal untuk menganalisis data, salah satunya adalah metode *Geographically Weighted Regression* (GWR). GWR adalah pengembangan dari model regresi dimana setiap lokasi pengamatan memiliki nilai parameter regresi yang berbeda atau bersifat lokal, karena setiap parameter dihitung pada setiap lokasi pengamatan (Fotheringham et al, 2002). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini akan terfokus pada pemodelan TPAK wanita beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhi di Provinsi Aceh dengan menggunakan *Geographically Weighted Regression*.

## B. Metodologi Penelitian

Variabel respon yang digunakan dalam penelitian ini adalah TPAK wanita di Provinsi Aceh, faktor-faktor yang diduga mempengaruhi TPAK wanita adalah persentase Ibu Rumah Tangga (IRT) ( $X_1$ ), Tingkat Pendidikan (TP) ( $X_2$ ), Indeks Pembangunan Manusia (IPM) wanita ( $X_3$ ), Persentase pengeluaran per kapita (PPK) ( $X_4$ ). Data TPAK wanita dan faktor yang mempengaruhi TPAK wanita berasal dari beberapa publikasi BPS yaitu, Keadaan Angkatan Kerja Provinsi Aceh 2021, Provinsi Aceh dalam Angka 2022, Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Aceh 2021 (BPS, 2021). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Geographically Weighted Regression* dengan fungsi pembobot *Fixed Gaussian Kernel*.

### Uji Asumsi

Apabila unit pengamatan terjadi pelanggaran asumsi homogenitas dan autokorelasi, maka untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dan variabel prediktor tidak dapat menggunakan regresi linear atau regresi global, melainkan dengan menggunakan analisis data spasial. Data spasial adalah data pengukuran yang berisi informasi lokasi data pengamatan, dalam data spasial seringkali pengamatan di suatu lokasi bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang berdekatan. Untuk mengetahui apakah terdapat ketergantungan antar lokasi pengamatan (autokorelasi spasial) dapat menggunakan metode *Moran's I* dengan rumus (Lee & Wong, 2001):

$$Z_{\text{hitung}} = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{var}(I)}} \quad (1)$$

dimana:

Z=nilai statistic uji *moran's I*

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$E(I) = -\frac{1}{n-1}$$

$$\text{var}(I) = \frac{n^2 S_1 - n S_2 + 3 S_0^2}{(n^2 - 1) S_0^2} - [E(I)]^2$$

$$S_o = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \quad S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_{ij} + w_{ji})^2 \quad S_2 = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^n w_{ij} + \sum_{j=1}^n w_{ji} \right)^2$$

Selain mengandung autokorelasi spasial, heterogenitas spasial menjadi indikasi data spasial dan menjadi syarat dalam pemodelan GWR. Untuk mendeteksi adanya heterogenitas spasial gunakan *Breusch-pagan test*, dengan rumus:

$$BP = \frac{1}{2} \mathbf{f}^T \mathbf{Z} (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{f} \tag{2}$$

dimana:

$f$ =elemen vektor yang dirumuskan  $f_i = (\frac{e_i^2}{\sigma^2} - 1)$ ;  $e_i$  = galat untuk pengamatan ke- $i$

$Z$ =matriks berukuran  $n \times (p + 1)$  yang berisi vektor dari variabel respon yang sudah dinormalbakukan untuk setiap pengamatan

**Geographically Weighted Regression**

Model *Geographically Weighted Regression* (GWR) adalah pengembangan dari model regresi dimana setiap lokasi pengamatan memiliki nilai parameter regresi yang berbeda atau bersifat lokal, karena setiap parameter dihitung pada setiap lokasi pengamatan (Fotheringham et al, 2002). Variabel respon dalam model GWR ditaksir dengan variabel prediktor yang masing-masing koefisien regresinya bergantung pada lokasi dimana data tersebut diamati. Model GWR dapat ditulis sebagai berikut (Fotheringham et al, 2002):

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i; \quad i = 1, 2, \dots, n \tag{3}$$

dimana

$y_i$  : nilai pengamatan variabel respon ke- $i$

$x_{ik}$  : nilai pengamatan variabel prediktor ke- $k$  pada lokasi pengamatan ke- $i$

$\beta_0(u_i, v_i)$ : konstanta/*intercept* pada pengamatan ke- $i$

$(u_i, v_i)$  : titik koordinat letak geografis (*longitude, latitude*) dari lokasi pengamatan ke- $i$

$\beta_k(u_i, v_i)$  : koefisien regresi variabel prediktor ke- $k$  di lokasi pengamatan ke- $i$

$\varepsilon_i$  : galat pada pengamatan ke- $i$  yang diasumsikan asumsi saling bebas, identik, dan berdistribusi normal, dengan mean nol dan varians konstan  $\sigma^2$

Penaksiran parameter pada model GWR adalah dengan metode WLS (*Weighted Least Square*), yaitu dengan memberikan pembobot yang berbeda untuk setiap wilayah pengamatan (Fotheringham, 2002). Adapun fungsi pembobot yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Fixed Gaussian Kernel* dengan rumus sebagai berikut (LeSage, 1998):

$$w_{ijfg} = \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{d_{ij}}{b} \right)^2 \right] \tag{4}$$

dimana  $d_{ij}$  adalah jarak *Euclidean* dengan rumus  $d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$  dan  $b$  merupakan *bandwidth* optimum. Pemilihan *bandwidth* optimum memiliki dampak besar pada hasil taksiran parameter (Fotheringham et al, 2002). *Cross Validation* (CV) merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan *bandwidth* optimum. Nilai *bandwidth* optimum ialah yang memiliki nilai CV paling minimum (Cleveland, 1979).

$$CV = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(b))^2 \tag{5}$$

dimana  $\hat{y}_{\neq i}(b)$  adalah nilai penaksir untuk  $y_i$  dimana nilainya diperoleh tanpa melibatkan lokasi ke- $i$  itu sendiri (Rifai, 2019).



sampai 68,53%, TPAK wanita yang tergolong tinggi hanya terdiri dari 5 kabupaten/kota, yakni Gayo Lues, Aceh Tengah, Bener Meriah, Aceh Tenggara, Simeulue. Juga diketahui kabupaten/kota di Provinsi Aceh mayoritas memiliki TPAK wanita yang tergolong rendah.

**Analisis Regresi Linear**

Sebelum pemodelan GWR, dilakukan regresi linier menggunakan taksiran *Ordinary Least Square*. Taksiran dari regresi global dapat diperoleh dari tabel berikut:

**Tabel 2.** Hasil Uji t Model Regresi Global

Variabel Prediktor	Koefisien	$t_{hitung}$	$p$ -value	Kesimpulan
Intersep	97.6317	5.579	$2.70 \times 10^{-5}$	Signifikan
IRT ( $X_1$ )	-1.0797	-11.532	$9.54 \times 10^{-10}$	Signifikan
TP ( $X_2$ )	-0.2688	-1.421	0.172	Tidak Signifikan
IPM ( $X_3$ )	0.00998	0.057	0.955	Tidak Signifikan
PPK ( $X_4$ )	-0.0356	-0.249	0.806	Tidak Signifikan

Berdasarkan hasil uji simultan (Uji F) diperoleh nilai statistik  $F=36.33$  dengan  $p$ -value sebesar  $2.161 \times 10^{-8}$  yang artinya paling sedikit ada satu variabel prediktor yang mempengaruhi variabel respon secara signifikan atau dapat dinyatakan model layak. Sedangkan hasil uji parsial (Uji t) pada tabel 2 menunjukkan bahwa hanya pesentase ibu rumah tangga yang berpengaruh signifikan terhadap TPAK wanita di Aceh. Berdasarkan model regresi global ini, akan dilakukan pengujian autokorelasi spasial dan heterogenitas spasial yang merupakan indikator terjadinya efek spasial. Berikut adalah tabel hasil pengujian dengan menggunakan *Moran's I* dan *Breusch-Pagan*:

**Tabel 3.** Hasil Uji *Moran's I* dan *Breusch-Pagan*

Pengujian	$p$ -value	Kesimpulan
<i>Moran's I</i>	0.03146	$H_0$ ditolak
<i>Breusch Pagan</i>	0.006257	$H_0$ ditolak

Berdasarkan Tabel 3 diatas diperoleh kesimpulan bahwa  $H_0$  ditolak pada uji *moran's i* dan *breusch-pagan*, yang artinya data mengandung autokorelasi spasial dan heterogenitas spasial. Setelah dilakukan pengujian asumsi terhadap model regresi global, diketahui bahwa untuk data TPAK wanita dan faktor yang mempengaruhinya tidak cocok dilakukan analisis dengan regresi global karena mengandung heterogenitas spasial dan autokorelasi spasial yang artinya data yang digunakan mengandung efek spasial dan termasuk data spasial, maka metode GWR dapat digunakan dalam penelitian ini.

**Pemilihan Bandwidth Optimum**

Persiapan utama untuk pemodelan GWR adalah menentukan lokasi setiap sampel yang akan digunakan yaitu letak geografis (*longitude* dan *latitude*) dari kabupaten/kota di Provinsi Aceh. Selanjutnya dilakukan perhitungan jarak *euclidean* ( $d_{ij}$ ) dengan cara mensubstitusikan data *longitude* dan *latitude* ke perhitungan jarak Euclidean. Tahap awal pemodelan GWR yakni dengan pemilihan *bandwidth* optimum. Pemilihan nilai *bandwidth* optimum dengan fungsi pembobot *Fixed Gaussian Kernel* ini berdasarkan nilai *cross validation* (CV) terkecil.

**Tabel 4.** Pemilihan *Bandwidth* Optimum

<i>Bandwidth</i>	CV
1.701992	332.3162
2.751132	327.2754
⋮	⋮
2.672088	327.2632
2.672048	327.2632

Hasil penelitian pada Tabel 4.8 menunjukkan bahwa *bandwidth* optimum untuk *Fixed Gaussian Kernel* adalah sebesar 2.672048 dengan nilai CV minimum sebesar 327.2632. Artinya *fixed bandwidth* sebesar 2.672048 akan digunakan untuk taksiran regresi lokal dan digunakan untuk membentuk matriks pembobot untuk setiap daerah ke-*i*.

#### Penaksiran Parameter Model GWR

Penaksiran parameter model GWR untuk setiap kabupaten/kota dilakukan dengan menggunakan metode *Weighted Least Square (WLS)*. Setiap lokasi yang diteliti akan menghasilkan penaksir parameter yang berbeda-beda dengan menggunakan matriks pembobot  $W(u_i, v_i)$ . Langkah untuk mendapatkan matriks pembobot tersebut ialah dengan mensubstitusikan *bandwidth* optimum yang telah didapat ke fungsi pembobot *Fixed Gaussian Kernel* pada Persamaan (4). Lalu setelah perhitungan matriks pembobot dilakukan gunakan matriks pembobot tersebut untuk menaksir parameter model GWR. Berikut adalah ringkasan dari taksiran parameter pada pemodelan GWR:

**Tabel 5.** Ringkasan Penaksiran Parameter Model GWR

Variabel (estimator)	Koefisien Parameter ( $\beta(u_i, v_i)$ )		
	Minimum	Median	Maksimum
Intercept	79.8757619	97.8335143	101.5251175
IRT (X1)	-1.1253958	-1.0975900	-1.0403325
TP (X2)	-0.3878662	0.0057581	0.1222607
IPM (X3)	-0.0714404	-0.0327386	0.1252833
PPK (X4)	-0.1306900	-0.0236522	0.0279156

Menurut Tabel 5, variabel persentase ibu rumah tangga berkisar antara -1.1253958 hingga -1.0403325, artinya bahwa persentase IRT dapat mempengaruhi TPAK wanita di Aceh dengan kisaran nilai penaksir -1.1253958 hingga -1.0403325. Kemudian untuk hasil penaksiran variabel tingkat pendidikan antara -0.3878662 hingga 0.1222607, -0.0714404 hingga 0.1252833 untuk penaksiran variabel IPM wanita, dan -0.1306900 hingga 0.0279156 untuk hasil penaksiran variabel pengeluaran per kapita.

**Tabel 6.** Signifikansi variabel berdasarkan lokasi

Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan
Kabupaten Simeulue, Kabupaten Aceh Singkil, Kabupaten Aceh Selatan, Kabupaten Aceh Tenggara, Kabupaten Aceh Timur, Kabupaten Aceh Tengah, Kabupaten Aceh Barat, Kabupaten Aceh Besar, Kabupaten Pidie, Kabupaten Bireuen, Kabupaten Aceh Utara, Kabupaten Aceh Barat Daya, Kabupaten Gayo Lues, Kabupaten Aceh Tamiang, Kabupaten Nagan Raya, Kabupaten Aceh Jaya, Kabupaten Bener Meriah, Kabupaten Pidie Jaya, Kota Banda Aceh, Kota Sabang, Kota Langsa, Kota Lhokseumawe, Kabupaten Subulussalam	IRT (X <sub>1</sub> )

Berdasarkan hasil pada Tabel 4.14, terbentuk hanya 1 kelompok kabupaten/kota berdasarkan variabel yang signifikan, yang artinya TPAK wanita di seluruh kabupaten/kota Provinsi Aceh hanya dipengaruhi oleh 1 variabel, yaitu Persentase Ibu Rumah Tangga (IRT). Maka model GWR yang terbentuk adalah sebagai berikut:

**Tabel 7.** Model GWR Terbentuk

Kabupaten/Kota	Model GWR yang terbentuk
Simeulue	$\hat{y} = 79.8758 - 1.0976 \text{ IRT}$
Aceh Singkil	$\hat{y} = 81.9535 - 1.0976 \text{ IRT}$

Aceh Selatan	$\hat{y} = 85.5438 - 1.0959IRT$
Aceh Tenggara	$\hat{y} = 85.6501 - 1.0975IRT$
Aceh Timur	$\hat{y} = 99.1230 - 1.0688 IRT$
Aceh Tengah	$\hat{y} = 98.0068 - 1.1236 IRT$
Aceh Barat	$\hat{y} = 95.6219 - 1.1025 IRT$
Aceh Besar	$\hat{y} = 99.0530 - 1.0485 IRT$
Pidie	$\hat{y} = 98.6957 - 1.0710 IRT$
Bireuen	$\hat{y} = 100.7723 - 1.1087 IRT$
Aceh Utara	$\hat{y} = 101.3594 - 1.1254 IRT$
Aceh Barat Daya	$\hat{y} = 84.0633 - 1.0956 IRT$
Gayo Lues	$\hat{y} = 91.4856 - 1.0994 IRT$
Aceh Tamiang	$\hat{y} = 93.4408 - 1.1046 IRT$
Nagan Raya	$\hat{y} = 93.2253 - 1.1171 IRT$
Aceh Jaya	$\hat{y} = 97.8335 - 1.0655 IRT$
Bener Meriah	$\hat{y} = 100.0152 - 1.1254 IRT$
Pidie Jaya	$\hat{y} = 99.1562 - 1.0795 IRT$
Banda Aceh	$\hat{y} = 99.0801 - 1.0431 IRT$
Sabang	$\hat{y} = 99.2706 - 1.0403 IRT$
Langsa	$\hat{y} = 97.0167 - 1.1078 IRT$
Lhokseumawe	$\hat{y} = 101.5251 - 1.1179 IRT$
Subulussalam	$\hat{y} = 82.9553 - 1.0979 IRT$

Berikut ini merupakan contoh dalam menginterpretasikan model GWR yang dihasilkan, digunakan model GWR untuk Kabupaten Simeulue sebagai berikut:

$$\hat{y} = 79.8758 - 1.0976 IRT$$

Model tersebut dapat diinterpretasikan bahwa konstanta sebesar 79.8758 menyatakan bahwa jika tidak ada variabel ibu rumah tangga, maka TPAK wanita adalah sebesar 79,88%. Koefisien regresi sebesar  $-1.0976$  menyatakan bahwa apabila persentase ibu rumah tangga berkurang 1% maka Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) wanita akan berkurang sebesar  $1,0976\%$  dan variabel lain bernilai tetap. Nilai AIC sebesar 110.8408 dan koefisien determinasi ( $R^2$ ) sebesar 93,54% bermakna bahwa sebesar 93,54% keragaman dalam kasus TPAK wanita dapat dijelaskan oleh model regresi GWR dengan fungsi *Fixed Gaussian Kernel*, sedangkan 6,46% sisanya dijelaskan oleh faktor lain.

**Pemilihan Model Terbaik**

Untuk mengetahui model mana yang merupakan model terbaik diantara model regresi global dan model GWR, gunakan kriteria nilai AIC dan  $R^2$ . Model terbaik memiliki nilai AIC yang paling kecil dan nilai  $R^2$  terbesar.

**Tabel 8.** Pemilihan Model Terbaik

Kriteria	Model Global	Model GWR
AIC	126.742131	116.5576
$R^2$	88,98%	90,78%

Model terbaik yang ditunjukkan pada Tabel 8 adalah model GWR dengan *Fixed Gaussian Kernel* sebab memiliki nilai AIC terkecil sebesar 116.5576 dan nilai  $R^2$  terbesar yaitu 90,78%.

#### D. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa pemodelan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK) wanita menggunakan metode *Geographically Weighted Regression* (GWR) merupakan model terbaik diantara model regresi global dan model GWR. Berdasarkan hasil pengujian model GWR terbentuk hanya 1 kelompok kabupaten/kota berdasarkan variabel yang signifikan, yakni kelompok persentase ibu rumah tangga yang artinya TPAK wanita di seluruh kabupaten/kota Provinsi Aceh hanya dipengaruhi oleh 1 variabel, yaitu persentase ibu rumah tangga.

#### Acknowledge

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karuniaNya, akhirnya penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini meskipun masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga dan kerabat atas bantuannya, terutama kepada Ibu Dwi Agustin Nuriani Sirodj, S.Si., M.Stat. selaku pembimbing yang telah banyak memberikan masukan dan arahan yang sangat berarti bagi penulis dalam menyelesaikan karya ilmiah ini.

#### Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik. (2021). Keadaan Angkatan Kerja di Provinsi Aceh 2021. Aceh: BPS Provinsi Aceh.
- [2] Badan Pusat Statistik. (2022). Provinsi Aceh dalam Angka 2022. Aceh: BPS Provinsi Aceh.
- [3] Badan Pusat Statistik. (2021). Indeks Pembangunan Manusia Provinsi Aceh 2021. Aceh: BPS Provinsi Aceh.
- [4] Cleveland, W. S. (1979). Robust locally weighted regression and smoothing scatterplots. *Journal of the American Statistical Association*, 74(368). <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10481038>
- [5] Fotheringham, A.C., Brunson, C., & Charlton, M. (2002). *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships*.
- [6] Lee J., Wong S.W.D. (2001). *Statistical Analysis with Arcview GIS*. New York: John Willey & Sons. Inc.
- [7] LeSage, J. P. (1998). *Spatial Econometrics*. Departement of Economics. University of Toledo.
- [8] Rifai, N. A. K. (2019). Pendekatan Regresi Nonparametrik Kernel pada Data Indeks Harga Saham Gabungan. *STATISTIKA: Journal of Theoretical Statistics and Its Applications*, 19(1), 53–61.
- [9] Hasna, Achmad, Anneke Iswani. (2022). *Metode Regresi Probit Biner untuk Pemodelan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Diagnosis Penyakit Jantung*, *Jurnal Riset Statistika*, 2(1), 28-34.