

Madani: Jurnal Ilmiah Multidisiplin

Volume 3, Nomor 3, April 2025, P. 213-218

E-ISSN: 2986-6340

Licensed by CC BY-SA 4.0

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15259972>

Analisis Spasial Jumlah Kejadian Bencana di Indonesia: Pendekatan ESDA dan *Local Indicators of Spatial Association*

Tiurmaida Sianturi¹, Siska Dwi Febyola Aritonang², Sinsi Setiawati Panjaitan³, Adi Gunawan Harahap⁴

¹²³⁴Universitas Negeri Medan

Email: sianturitiurmaida17@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola spasial jumlah kejadian bencana di Indonesia dengan pendekatan Eksplorasi Data Spasial (ESDA) dan Local Indicators of Spatial Association (LISA) guna mengidentifikasi adanya autokorelasi spasial dan kluster wilayah rawan bencana. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif eksploratif dengan menggunakan Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI) tentang statistik bencana banjir di Indonesia pada tahun 2024. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah kejadian banjir di Indonesia pada tahun 2024. Analisis spasial pada penelitian ini sampai pada tahap *explore* yang dilakukan dengan metode ESDA. Metode ESDA merupakan perluasan analisis data eksplorasi (EDA) untuk mendeteksi sifat spasial dari data dimana untuk setiap nilai variable ada data lokasi. Data lokasi ini merujuk pada titik atau area yang dirujuk oleh variabel. Metode ESDA ini juga adalah metode visual dan numerik yang digunakan untuk pengujian hipotesis serta mengidentifikasi hubungan dan pola spasial melalui penggunaan matriks bobot spasial. Hasil kajian menunjukkan bahwa hasil analisis eksplorasi data spasial terhadap kejadian bencana banjir di Indonesia tahun 2024, ditemukan bahwa persebaran kejadian tidak bersifat acak, melainkan membentuk pola spasial tertentu. Hal ini didukung oleh hasil uji autokorelasi global yang signifikan, baik melalui indeks Moran's I maupun Geary's C. Nilai Moran's I sebesar 0,182 ($p\text{-value} = 0,020$) dan Geary's C sebesar 0,798 ($p\text{-value} = 0,033$) menunjukkan adanya autokorelasi spasial positif, yang berarti provinsi-provinsi dengan jumlah kejadian banjir yang tinggi cenderung berdekatan dengan provinsi lain yang juga memiliki intensitas tinggi.

Kata kunci : *spasial, kejadian bencana, ESDA*

Abstract

This study aims to analyze the spatial patterns of the number of disaster events in Indonesia with the spatial data exploration approach (ESDA) and the Local Indicators of Spatial Association (LISA) to identify the existence of spatial autocorrelation and disaster prone area clusters. This research is an exploratory quantitative research using Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA). The data used in this study are secondary data obtained from Indonesian Disaster Information Data (Dibi) on Flood Disaster Statistics in Indonesia in 2024. The variable used in this study was the number of flood events in Indonesia in 2024. Spatial analysis in this study reached the explore stage conducted by the Esda method. The ESDA method is an exploration data analysis (EDA) to detect the spatial properties of the data where for each variable value there is location data. This location data refers to the point or area referred to by variables. This esda method is also a visual and numerical method used for hypothesis testing and identifying spatial relationships and patterns through the use of spatial weight matrices. The results of the study show that the results of spatial data exploration analysis of flood disasters in Indonesia in 2024, found that the distribution of events is not random, but rather forms certain spatial patterns. This is supported by a significant global autocorrelation test results, both through the Moran's I and Geary's C index. Moran's I value is 0.182 ($p\text{-value} = 0.020$) and Geary's C of 0.798 ($P\text{-value} = 0.033$) shows the presence of positive spatial spatial autocor tall.

Keywords: *spatial, disaster events, ESDA*

Article Info

Received date: 27 March 2025

Revised date: 30 March 2025

Accepted date: 15 April 2025

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki kerawanan terhadap jenis bencana alam. Bencana alam ini mengakibatkan banyak kerugian yang berdampak langsung maupun tidak langsung seperti adanya korban jika, rusaknya fasilitas dan infrastruktur, rusaknya lingkungan hidup, begitupun

psokologis para korban. Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan Masyarakat, yang disebabkan oleh beberapa faktor baik faktor alam ataupun faktor manusia (Taryana, Mahmudi, & Bekt, 2022).

Menurut Ginting dan Putuhena (2014), banjir merupakan debit aliran air sungai yang secara relatif lebih besar dari biasanya normal akibat hujan yang turun di hulu atau di suatu tempat tertentu secara terus menerus, sehingga tidak dapat ditampung oleh alur sungai yang ada, maka air melimpah keluar dan menggenangi daerah sekitarnya.

Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), Indonesia mengalami bencana banjir yang sangat sering terjadi, dengan ribuan kejadian yang tercatat setiap tahunnya. Pada tahun 2024, kejadian banjir meningkat pesat di beberapa daerah, dipicu oleh curah hujan ekstrim, buruknya pengelolaan drainase, dan konversi lahan untuk Pembangunan yang mengurangi daya serap air.

Dengan menggunakan pendekatan spasial, pola dan hubungan antar wilayah dalam kejadian banjir dapat diidentifikasi. Dalam penelitian ini, digunakan pendekatan Eksplorasi Data Spasial (ESDA) untuk mengidentifikasi adanya autokorelasi spasial pada data kejadian bencana di mana analisis ini dilakukan dengan mengukur autokorelasi spasial global menggunakan Moran's I dan Geary's C, serta Local Indicators of Spatial Association (LISA) untuk mengetahui wilayah-wilayah yang membentuk kluster kejadian tinggi atau rendah.

Salah satu hal yang sangat penting dalam analisis spasial adalah penentuan bobot. Cara untuk memperoleh matriks pembobot spasial (W) yaitu dengan menggunakan informasi jarak dari ketetanggaan (neighborhood) kedekatan antara satu region dengan region yang lain. Jika data didapatkan di sejumlah lokasi (n), maka matriks pembobot spasial akan menjadi $n \times n$. Getis dan Aldstadt dalam Wong dan Lee (2005) menamai dengan matrik pembobot, karena elemen di dalamnya sering digunakan sebagai pembobot dalam perhitungan statistik autokorelasi spasial. Dalam analisis spasial untuk menentukan adanya autokorelasi spasial, komponen utama yang diperlukan adalah peta lokasi. Dengan demikian akan lebih mudah untuk memberi pembobot pada masing-masing lokasi atau wilayah.

Indeks Moran (Moran's Index) adalah salah satu teknik analisis spasial yang dapat digunakan untuk menentukan adanya autokorelasi spasial antar lokasi pengamatan dan dapat mengkuantifikasi kesamaan dari variabel hasil antar wilayah yang didefinisikan sebagai spasial terkait. Nilai yang dihasilkan dari indeks Moran's I berkisar antara -1 hingga 1. Indeks moran bernilai 0 berarti mengindikasikan jika tidak berkelompok, kemudian nilai indeks moran positif berarti mengindikasikan autokorelasi spasial yang positif yang berdekatan dan mempunyai nilai yang mirip serta cenderung berkelompok dan nilai indeks moran yang negatif mengindikasikan autokorelasi spasial negatif, berarti lokasi berdekatan mempunyai nilai yang berbeda.

Geary's c adalah metode lain untuk mengukur autokorelasi spasial (Geary 1954 dalam Pfeiffer dkk, 2008). Geary C merupakan salah satu uji autokorelasi spasial yang dapat digunakan untuk mengetahui pola penyebaran data spasial. Koefisien autokorelasi Geary dilambangkan dengan C, mengukur selisih diantara nilai-nilai dari suatu variabel pada lokasi yang berdekatan. Metode ini membandingkan antara dua nilai daerah yang berdekatan dan kemudian dibandingkan dengan yang lainnya secara langsung. Nilai yang dihasilkan dalam perhitungan Geary's berkisar antara nol sampai dua. Jika nilai c bernilai nol berarti mengindikasikan bahwa autokorelasi spasial positif yang sempurna dan jika c bernilai dua berarti mengindikasikan autokorelasi spasial negatif yang sempurna.

LISA adalah pengukuran autokorelasi spasial secara lokal yang digunakan untuk menganalisis hubungan spasial antara suatu lokasi pengamatan terhadap lokasi pengamatan lainnya. Dalam penelitian ini, LISA mampu mengungkap pola kluster yang lebih spesifik dalam distribusi banjir. Pola yang terbentuk berupa pola High-High, Low-Low, Low-High, High-Low. LISA memiliki keunggulan dalam menganalisis variasi spasial pada tingkat lokal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola spasial jumlah kejadian bencana di Indonesia dengan pendekatan Eksplorasi Data Spasial (ESDA) dan Local Indicators of Spatial Association (LISA) guna mengidentifikasi adanya autokorelasi spasial dan kluster wilayah rawan bencana.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif eksploratif dengan menggunakan Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA). Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Data Informasi Bencana Indonesia (DIBI) tentang statistik bencana banjir di Indonesia

pada tahun 2024. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah jumlah kejadian banjir di Indonesia pada tahun 2024.

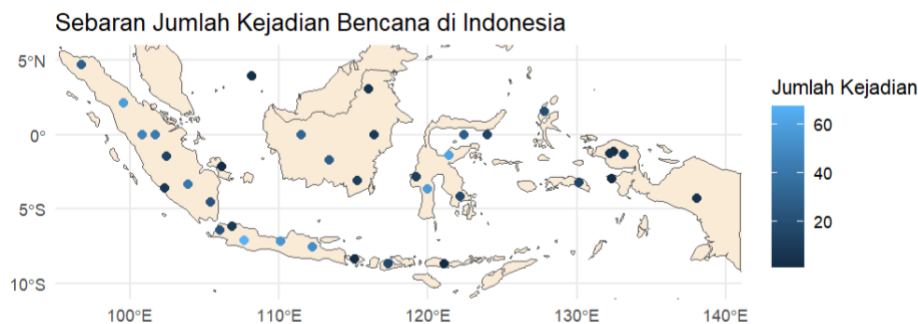
Analisis spasial pada penelitian ini sampai pada tahap *explore* yang dilakukan dengan metode ESDA. Metode ESDA merupakan perluasan analisis data eksplorasi (EDA) untuk mendeteksi sifat spasial dari data dimana untuk setiap nilai variabel ada data lokasi. Data lokasi ini merujuk pada titik atau area yang dirujuk oleh variabel. Metode ESDA ini juga adalah metode visual dan numerik yang digunakan untuk pengujian hipotesis serta mengidentifikasi hubungan dan pola spasial melalui penggunaan matriks bobot spasial.

Analisis spasial diawali dengan pengelompokan sebaran data jumlah kejadian bencana banjir dengan *ggplot* menggunakan *software R*. Analisis autokorelasi spasial global pada penelitian ini dengan menggunakan indeks *Moran's I*, indeks *Geary's C*. Matriks pembobot pada penelitian ini menggunakan *K-Nearest Neighbors* (KNN) dengan $k = 4$. Dalam penelitian ini, LISA digunakan untuk mengidentifikasi kluster lokal dan mampu mengungkap pola kluster yang lebih spesifik dalam distribusi banjir. Pola yang terbentuk berupa pola High-High, Low-Low, Low-High, High-Low.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran Kejadian Bencana

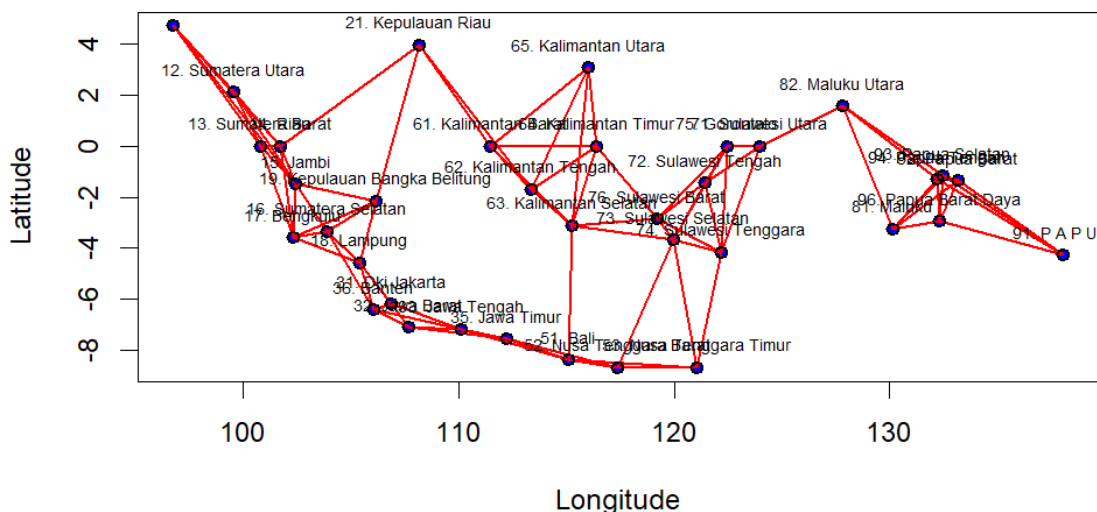
Berdasarkan visualisasi spasial terlihat bahwa jumlah kejadian bencana banjir di Indonesia tersebar secara tidak merata di tiap provinsi. Warna yang lebih gelap menunjukkan wilayah dengan jumlah kejadian yang lebih tinggi.



Beberapa daerah di bagian barat dan tengah Indonesia, seperti Pulau Jawa dan Sumatera, tampak memiliki intensitas kejadian bencana yang lebih tinggi dibandingkan wilayah timur. Pola ini mengindikasikan kemungkinan adanya keterkaitan spasial antarwilayah, sehingga perlu dianalisis lebih lanjut menggunakan pendekatan Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA), seperti *Moran's I*, *Geary's C*, dan LISA.

Matriks Pembobot Spasial

Peta Tetangga K=4



Dalam penelitian ini, matrik pembobotan spasial yang digunakan adalah K-Nearest Neighbors (KNN) dengan $k = 4$ yang berarti setiap provinsi memiliki hubungan spasial dengan empat provinsi terdekatnya. Pemilihan $k = 4$ bertujuan untuk menjaga konsistensi jumlah tetangga di setiap wilayah, sekaligus menghindari provinsi yang terisolasi secara spasial. Pendekatan ini juga menyederhanakan proses perhitungan dan interpretasi dalam analisis spasial selanjutnya, karena struktur hubungan antar wilayah menjadi lebih seimbang dan tidak terlalu dipengaruhi oleh bentuk geografis maupun batas administratif.

Uji Autokorelasi Global

Analisis autokorelasi spasial global dilakukan untuk melihat apakah kejadian bencana menunjukkan pola yang terkuster secara geografis atau tersebar secara acak. Pengujian dilakukan menggunakan dua statistik utama, yaitu Moran's I dan Geary's C, yang masing-masing memiliki hipotesis sebagai berikut:

- H_0 (hipotesis nol): Tidak terdapat autokorelasi spasial; kejadian bencana tersebar secara acak.
- H_1 (hipotesis alternatif): Terdapat autokorelasi spasial; kejadian bencana menunjukkan pola spasial tertentu.

Hasil uji Moran's I menghasilkan nilai 0,182 dengan p-value sebesar 0,020, yang menunjukkan adanya autokorelasi spasial positif yang signifikan pada taraf 5%.

```
Moran I test under randomisation

data: jurnalspasial$Jumlah_Kejadian
weights: lw

Moran I statistic standard deviate = 2.0542, p-value =
0.01998
alternative hypothesis: greater
sample estimates:
Moran I statistic      Expectation      Variance
0.18170799          -0.02857143          0.01047823
```

Artinya, provinsi-provinsi dengan jumlah kejadian bencana yang tinggi cenderung berdekatan dengan provinsi lain yang juga memiliki intensitas kejadian tinggi.

Sementara itu, hasil uji Geary's C menunjukkan nilai 0,798 dengan p-value 0,033, yang juga signifikan.

```
Geary C test under randomisation

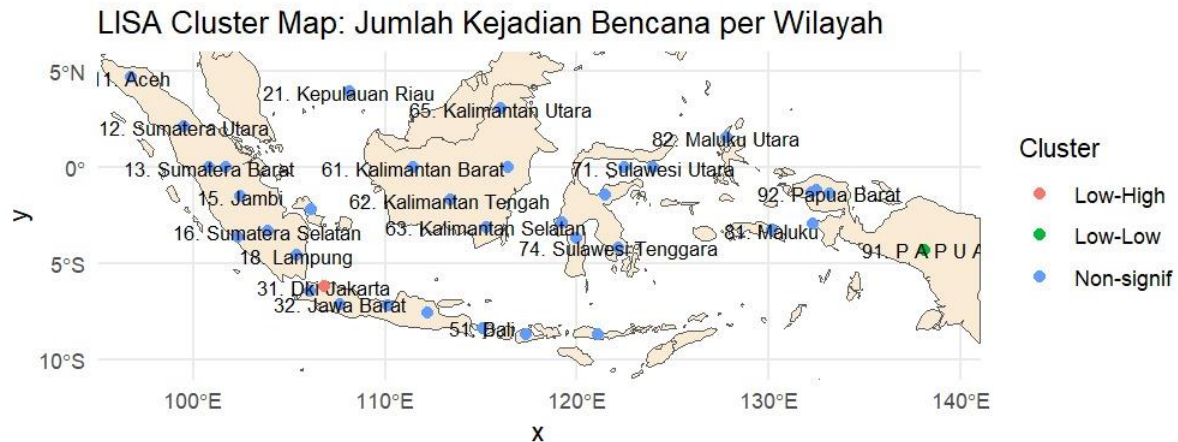
data: jurnalspasial$Jumlah_Kejadian
weights: lw

Geary C statistic standard deviate = 1.8453, p-value =
0.0325
alternative hypothesis: Expectation greater than statistic
sample estimates:
Geary C statistic      Expectation      Variance
0.79833585          1.00000000          0.01194325
```

Nilai ini (<1) mengindikasikan bahwa kejadian-kejadian bencana cenderung berkelompok secara spasial, memperkuat hasil dari uji Moran's I.

Berdasarkan hasil uji Moran's I dan Geary's C yang signifikan pada taraf 5%, maka hipotesis nol ditolak. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa persebaran jumlah kejadian bencana tidak acak, melainkan menunjukkan pola spasial yang saling berhubungan antarwilayah.

Uji Autokorelasi Lokal (LISA)



Peta LISA di atas menunjukkan adanya pola spasial yang signifikan dalam persebaran kejadian bencana di Indonesia. Beberapa wilayah membentuk klaster yang penting untuk diperhatikan lebih lanjut. Dalam cluster High-High, teridentifikasi daerah-daerah seperti Jawa Tengah, Jawa Barat, Sumatera Selatan, dan Kalimantan Barat, yang menunjukkan konsentrasi tinggi kejadian bencana. Temuan ini mengindikasikan perlunya perhatian khusus dalam hal mitigasi risiko dan penguatan sistem penanganan bencana di wilayah tersebut.

Sebaliknya, wilayah dalam cluster Low-Low seperti Bali, Nusa Tenggara Timur, dan Kepulauan Riau menunjukkan tingkat kejadian bencana yang rendah dan relatif stabil. Daerah-daerah ini bisa dijadikan contoh praktik terbaik dalam pengelolaan risiko bencana yang efektif dan berkelanjutan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis eksplorasi data spasial terhadap kejadian bencana banjir di Indonesia tahun 2024, ditemukan bahwa persebaran kejadian tidak bersifat acak, melainkan membentuk pola spasial tertentu. Hal ini didukung oleh hasil uji autokorelasi global yang signifikan, baik melalui indeks Moran's I maupun Geary's C. Nilai Moran's I sebesar 0,182 ($p\text{-value} = 0,020$) dan Geary's C sebesar 0,798 ($p\text{-value} = 0,033$) menunjukkan adanya autokorelasi spasial positif, yang berarti provinsi-provinsi dengan jumlah kejadian banjir yang tinggi cenderung berdekatan dengan provinsi lain yang juga memiliki intensitas tinggi.

Hasil analisis LISA semakin memperjelas adanya klaster lokal yang signifikan, seperti klaster High-High di Jawa Tengah, Jawa Barat, Sumatera Selatan, dan Kalimantan Barat, serta klaster Low-Low di wilayah seperti Bali dan Nusa Tenggara Timur. Temuan ini menegaskan pentingnya pendekatan spasial dalam memahami distribusi bencana, yang dapat mendukung upaya mitigasi risiko dan penentuan prioritas penanganan secara lebih terarah dan efektif di wilayah-wilayah rentan.

REFERENSI

- [1] F. Kesehatan and M. Universitas, "Akses Terbuka," vol. 7, no. 6, pp. 1642–1650, 2024.
- [2] P. R. Khairani *et al.*, "ANALISIS KEMISKINAN DI INDONESIA MENGGUNAKAN LOCAL," vol. 6, no. 1, 2025.
- [3] A. Fahmi, "Pengujian Autokorelasi Spasial dengan Geary's Ratio dan Moran's I," p. 120, 2019.
- [4] T. Wuryandari, A. Hoyyi, and D. R. Dewi Styta Kusumawardani, "Identifikasi Autokorelasi Spasial Pada Jumlahpengangguran Di Jawa Tengah Menggunakan Indeks Moran," *Statistika*, vol. 7 No1, Jun, no. identifikasi Autokorelasi, pp. 1–10, 2011.
- [5] D. Mayangsari, "Perbandingan uji autokorelasi spasial Geary C dan Getis Ord G untuk mengetahui pola penyebaran fasilitas kebutuhan Kota Surabaya," 2011. [Online]. Available: <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/152677/>
- [6] S. Ginting and W. M. Putuhena, "Sistem Peringatan Dini Banjir Jakarta Jakarta-Flood Early Warning System (J-Fews)," *J. Sumber Daya Air*, vol. 10, no. 1, pp. 71–84, 2014.
- [7] F. Theo Sarita, A. Setiawan, and H. A. Parhusip, "Analisis Indeks Pembangunan Manusia (IPM) Kabupaten/Kota di Provinsi Maluku Utara Menggunakan Indeks Geary C Berdasarkan

- Resampling Estimasi Densitas Kernel,” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 5, no. 1, pp. 62–72, 2019, doi: 10.28932/jutisi.v5i1.1582.
- [8] A. Taryana, M. R. El Mahmudi, and H. Bekti, “Analisis Kesiapsiagaan Bencana Banjir Di Jakartafile:///Users/macbook/Downloads/literatur 1.pdf,” *JANE - J. Adm. Negara*, vol. 13, no. 2, p. 302, 2022.
- [9] N. Faiz, R. Rahmawati, and D. Safitri, “Analisis Spasial Penyebaran Penyakit Demam Berdarah Dengue Dengan Indeks Moran dan Geary’s C,” *J. Gaussian*, vol. 2, no. 1, pp. 69–77, 2013, [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/gaussian>
- [10] Y. S. Kurniawan, K. T. A. Priyanga, P. A. Krisbiantoro, and A. C. Imawan, “Open access Open access,” *J. Multidiciplinary Appl. Nat. Sci.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–12, 2021.
- [11] R. Mailanda, D. Kusnandar, and N. M. Huda, “Analisis Autokorelasi Spasial Kasus Positif Covid-19 Menggunakan Indeks Moran dan Lisa,” *Bul. Ilm. Math. Stat. dan Ter.*, vol. 11, no. 3, pp. 483–492, 2022.
- [12] R. Pratiwi, “Pengujian Hasil Dependensi Menggunakan Moran’s I dan Geary’s C pada Pemodelan Geographycally Weighted Regression (Studi Kasus pada Upah Minimum di Provinsi Jawa Timur),” pp. 1–53, 2019.