



DINAMIKA SPASIAL-TEMPORAL TENAGA KERJA TRANSPORTASI DAN PERGUDANGAN INDONESIA DENGAN *GEOGRAPHICALLY AND TEMPORALLY WEIGHTED REGRESSION*

NAFISA ZALFA MAULIDA



**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Dinamika Spasial-Temporal Tenaga Kerja Transportasi dan Pergudangan Indonesia dengan *Geographically and Temporally Weighted Regression*.” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Nafisa Zalfa Maulida
G1401221092

ABSTRAK

NAFISA ZALFA MAULIDA. Dinamika Spasial-Temporal Tenaga Kerja Transportasi dan Pergudangan Indonesia dengan *Geographically and Temporally Weighted Regression*. Dibimbing oleh PIKA SILVIANTI dan RAHMA ANISA.

Perkembangan *gig economy* berbasis platform digital telah mendorong perubahan pada sektor transportasi dan pergudangan di Indonesia, terutama selama dan setelah pandemi COVID-19. Perubahan pola mobilitas, digitalisasi, dan aktivitas logistik berpotensi menimbulkan heterogenitas spasial dan temporal antarwilayah. Oleh karena itu, digunakan metode *Geographically and Temporally Weighted Regression* (GTWR) yang mampu mengakomodasi perbedaan pengaruh faktor-faktor penentu menurut lokasi dan waktu. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh Indeks Pembangunan Teknologi Informasi dan Komunikasi (IP-TIK), Produk Domestik Regional Bruto (PDRB), Upah Minimum Provinsi (UMP), kepadatan penduduk, dan panjang jalan terhadap persentase pekerja sektor transportasi dan pergudangan di 34 provinsi Indonesia selama 2018–2023. Sebelum pemodelan, data ditransformasi untuk memperbaiki karakteristik data. Hasil menunjukkan adanya indikasi heterogenitas spasial dan temporal yang didukung oleh uji Breusch–Pagan serta eksplorasi boxplot. Kernel *adaptive bisquare* dengan *bandwidth* optimum 22 menghasilkan model terbaik dengan nilai *cross validation* sebesar 26,30 dan *Pseudo R²* sebesar 94,29%. Model GTWR juga memberikan performa lebih baik dibandingkan regresi linier global. Temuan ini menunjukkan pentingnya kebijakan transportasi dan logistik yang mempertimbangkan karakteristik wilayah serta dinamika waktu.

Kata kunci: analisis spasial-temporal, COVID-19, *gig economy*, GTWR, transportasi dan pergudangan.



ABSTRACT

NAFISA ZALFA MAULIDA. Spatio-Temporal Dynamics of Indonesia's Transportation and Warehousing Workforce Using Geographically and Temporally Weighted Regression. Supervised by PIKA SILVIANTI and RAHMA ANISA.

The development of the platform-based gig economy has driven changes in Indonesia's transportation and warehousing sector, particularly during and after the COVID-19 pandemic. Changes in mobility patterns, digitalization, and logistics activities may create spatial and temporal heterogeneity across regions. Therefore, Geographically and Temporally Weighted Regression (GTWR) was employed to accommodate differences in the effects of determining factors across locations and time. This study aims to analyze the effects of the Information and Communication Technology Development Index (IP-TIK), Gross Regional Domestic Product (PDRB), Provincial Minimum Wage (UMP), population density, and road length on the percentage of workers in the transportation and warehousing sector across 34 Indonesian provinces during 2018–2023. Before modeling, the data were transformed to improve their characteristics. The results indicate spatial and temporal heterogeneity, supported by the Breusch–Pagan test and boxplot exploration. The adaptive bisquare kernel with an optimum bandwidth of 22 produced the best model, with a cross-validation value of 26.30 and a *Pseudo R*² of 94.29%. The GTWR model also outperformed global linear regression. These findings highlight the importance of transportation and logistics policies that consider regional characteristics and temporal dynamics.

Keywords: COVID-19, gig economy, GTWR, spatial temporal analysis, transportation and warehousing.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

DINAMIKA SPASIAL-TEMPORAL TENAGA KERJA TRANSPORTASI DAN PERGUDANGAN INDONESIA DENGAN *GEOGRAPHICALLY AND TEMPORALLY WEIGHTED REGRESSION*

NAFISA ZALFA MAULIDA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Statistika dan Sains Data

**PROGRAM STUDI SARJANA STATISTIKA DAN SAINS DATA
SEKOLAH SAINS DATA, MATEMATIKA, DAN INFORMATIKA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:
1 Ir. Aam Alamudi, M.Si

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Judul Skripsi : Dinamika Spasial-Temporal Tenaga Kerja Transportasi dan
Pergudangan Indonesia dengan *Geographically and Temporally
Weighted Regression*

Nama : Nafisa Zalfa Maulida
NIM : G1401221092

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Pika Silvianti, S.Si., M.Si.



Pembimbing 2:
Rahma Anisa, S. Stat., M.Si., M. Act. Sc.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Statistika dan Sains Data:
Dr. Bagus Sartono, S.Si., M.Si.
NIP 19780411200501 1 002

Tanggal Ujian:
30 Juni 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2026 sampai bulan Juni 2026 dengan judul “Dinamika Spasial-Temporal Tenaga Kerja Transportasi dan Pergudangan Indonesia dengan Pendekatan *Geographically and Temporally Weighted Regression*”. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah menjadi bagian dalam perjalanan penulis menempuh studi sarjana, di antaranya:

1. Ibu Pika Silvianti S.Si., M.Si. dan Ibu Rahma Anisa S.Stat., M.Si. M. Act. Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan selama proses penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini.
2. Bapak Ir. Aam Alamudi, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun untuk penyempurnaan karya ilmiah ini.
3. Seluruh dosen dan staff Program Studi Statistika dan Sains Data SSMI IPB atas ilmu, bantuan, dan pelayanan yang diberikan.
4. Bapak Nano Supriatna, Ibu Anna Amalia, Kayla Hazimatuzzahra, Seline Septria Ramadiani, Musyaffa Uwais Albasith, dan keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan kepada penulis.
5. Pak Bigan, Mas Gege, Mas Dafi, Mas Dika, dan Mas Rizka selaku para mentor di TRAC PT Serasi Autoraya, terima kasih atas doa, semangat, dan dukungan kerja yang luar biasa.
6. Alya, Najla, Chikal, dan Ziani selaku sahabat penulis yang selalu memberikan dukungan, motivasi, dan kebersamaan.
7. Ulfah, Bulan, Riswan, Husna, Cindy, Biki, Qonita, Lilis, Azkiya, Najwaa, Rayna, Khansa, Virgie, Sandra, Kak Gladys, Kak Hafizd, dan Kak Fajar selaku rekan penulis di IPB telah banyak membantu, berbagi ilmu, serta mewarnai kehidupan kuliah penulis dengan memori kebersamaan.
8. Excel, Rizam, Yumna Salma, Hesty, Indry, Farid, Lusi, dan Thariq selaku teman satu bimbingan yang telah berjuang dan saling mendukung selama proses penelitian.
9. Seluruh teman-teman Program Studi Statistika dan Sains Data angkatan 59 yang telah menjadi bagian dari perjalanan akademik penulis.
10. Teman-teman penulis di Ormawa Eksekutif PKU IPB 2022-2023, Pesta Sains Nasional 2023, Gamma Sigma Beta 2023-2024, Kompetisi Statistika Junior 2025, KKN-T Kutajaya 2025, Generasi Baru Indonesia (GenBI) IPB 2025, Harian Kompas Internship 2025 *Batch* 2, dan AIF-SERA 2026 *Batch* 1 yang telah mewarnai kehidupan non-akademik penulis dengan penuh keceriaan.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2026
Nafisa Zalfa Maulida



DAFTAR ISI

ABSTRACT	iv
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Pekerja di Sektor Transportasi dan Pergudangan	3
2.2 <i>Coronavirus Disease 2019 (COVID-19)</i>	3
2.3 Heterogenitas Spasial-Temporal	4
2.4 <i>Geographically and Temporally Weighted Regression (GTWR)</i>	5
III METODE	8
3.1 Data	8
3.2 Prosedur Analisis	8
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Eksplorasi Data	13
4.2 Model Regresi Linier Berganda Tanpa Transformasi	17
4.3 Transformasi Data dengan <i>Tukey's Ladder</i>	19
4.4 Model Regresi Linier Berganda dengan Transformasi	20
4.5 Model <i>Geographically And Temporally Weighted Regression</i>	22
V SIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Simpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	37
RIWAYAT HIDUP	48

DAFTAR TABEL

1	Daftar peubah yang digunakan	8
2	Statistik deskriptif seluruh peubah-peubah level provinsi di Indonesia	16
3	Parameter penduga model regresi linier berganda tanpa transformasi	17
4	Hasil pendeteksian multikolinearitas	18
5	Hasil uji sisaan model regresi linier berganda tanpa transformasi	18
6	Perbandingan <i>skewness</i> sebelum dan sesudah transformasi	19
7	Parameter penduga model regresi linier berganda dengan transformasi	20
8	Hasil pendeteksian multikolinearitas	21
9	Hasil uji sisaan model	22
10	Uji asumsi heterogenitas spasial	22
11	Pemilihan model GTWR terbaik	24
12	Perbandingan nilai ketepatan model	25

DAFTAR GAMBAR

1	Representasi jarak spasial-temporal GTWR (Huang <i>et al.</i> 2010)	6
2	Diagram alir prosedur analisis	12
3	Peta tematik persentase pekerja di bidang transportasi dan pergudangan pada setiap provinsi di Indonesia pada tahun 2018 (a) 2019 (b) 2020 (c) 2021 (d) 2022 (e) 2023 (f)	13
4	Plot korelasi antar peubah level provinsi di Indonesia	15
5	Boxplot persentase pekerja transportasi dan pergudangan	23
6	Hasil iterasi fungsi pembobot dan nilai <i>bandwith</i>	24
7	Peta tematik peubah signifikan pada pra-pandemi (a), pandemi (b), pascapandemi COVID-19 (c)	26
8	Boxplot koefisien regresi	27
9	Koefisien lokal peubah IP-TIK model GTWR tahun 2018–2023	28
10	Koefisien lokal peubah PDRB model GTWR tahun 2018–2023	29
11	Koefisien lokal peubah UMP model GTWR tahun 2018–2023	29
12	Koefisien lokal peubah kepadatan penduduk model GTWR tahun 2018–2023	30
13	Koefisien lokal peubah panjang jalan model GTWR tahun 2018–2023	31

DAFTAR LAMPIRAN

1	Koordinat geografis setiap provinsi di Indonesia	38
2	Peubah-peubah signifikan model GTWR pada periode pra-pandemi	39
3	Peubah-peubah signifikan model GTWR pada periode pandemi	40
4	Peubah-peubah signifikan model GTWR pada periode pascapandemi	41
5	Nilai dugaan parameter model GTWR pada tahun 2018	42
6	Nilai dugaan parameter model GTWR pada tahun 2019	43
7	Nilai dugaan parameter model GTWR pada tahun 2020	44
8	Nilai dugaan parameter model GTWR pada tahun 2021	45
9	Nilai dugaan parameter model GTWR pada tahun 2022	46
10	Nilai dugaan parameter model GTWR pada tahun 2023	47



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.