

Vol. 7 No. 1 (2026), Halaman 152-167



GEOGRAPHIA

Jurnal Pendidikan dan Penelitian Geografi

ISSN: 2774-6968

INTERAKSI SPASIAL DAN SENTRALITAS WILAYAH TERHADAP STRUKTUR RUANG KOTA TOMOHON

Irfan Rifani^{1*}, Muhamad Isa Ramadhan², Yemima Otoluwa³, Cahya Gumilang⁴, Fellix Rimba⁵,
Ellen Eva Poli⁶, Hilda Vemi Oroh⁷, Hermon Maurits Karwur⁸

^{1*2345678}Jurusan Pendidikan Geografi Universitas Negeri Manado, Indonesia

Email: irfanrifani@unima.ac.id^{1*}, muhamadramadhan@unima.ac.id², yemimaotoluwa@unima.ac.id³,
gcahya@unima.ac.id⁴, fellixrimba@unima.ac.id⁵, ellenpoli@unima.ac.id⁶, hildaoroh@unima.ac.id⁷,
hermonkarwur@unima.ac.id⁸

Website Jurnal: <http://ejurnal.unima.ac.id/index.php/geographia>



Akses dibawah lisensi CC BY-SA 4.0 <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

DOI: <https://doi.org/10.53682/5r112657>

(Diterima: 19-05-2026; Direvisi: 01-06-2026; Disetujui: 13-06-2026)

Abstract

This study aims to identify the relationship between the gravity index and the centrality index on regional hierarchy and to analyze the spatial pattern of Tomohon City. The study was conducted in 44 urban villages and 5 sub-districts using a quantitative spatial approach. The analytical methods included the gravity index, scalogram, Weight Centrality Index, Ordinary Least Square (OLS) regression, and Moran's I spatial autocorrelation. The variables analyzed consisted of population size, nominal GRDP, geographical distance between regions, and the number of service facilities/functions. The results showed that the gravity index had no significant relationship with regional hierarchy, while the centrality index had a positive and significant relationship with regional hierarchy. These findings indicate that the availability of facilities and service functions plays a greater role in shaping regional hierarchy than spatial interaction factors based on population, GRDP, and geographical distance. Moran's I values of 0.049687 at the urban village level and 0.049555 at the sub-district level indicate a random spatial pattern without significant spatial autocorrelation. The distribution of facilities and centrality in Tomohon City still reflects spatial inequality. Therefore, improving the distribution of facilities and service functions in areas with low centrality is necessary to support more balanced regional development.

Keywords: Centrality index, Gravity index, Moran's I, Spatial hierarchy.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi hubungan indeks gravitasi dan indeks sentralitas terhadap hirarki wilayah serta menganalisis pola spasial Kota Tomohon. Penelitian dilakukan pada 44 kelurahan dan 5 kecamatan menggunakan pendekatan kuantitatif spasial. Metode analisis meliputi indeks gravitasi, skalogram, Weight Centrality Index, regresi Ordinary Least Square (OLS), dan autokorelasi spasial Moran's I. Variabel yang dianalisis terdiri atas jumlah penduduk, PDRB nominal, jarak geografis antarwilayah, dan jumlah fasilitas/fungsi pelayanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa indeks gravitasi tidak memiliki hubungan signifikan terhadap hirarki wilayah, sedangkan indeks sentralitas memiliki hubungan positif dan signifikan terhadap hirarki wilayah. Hal ini menunjukkan

bahwa ketersediaan fasilitas dan fungsi pelayanan lebih menentukan pembentukan hirarki wilayah dibandingkan faktor interaksi spasial berbasis penduduk, PDRB, dan jarak geografis. Nilai Moran's I sebesar 0,049687 pada level kelurahan dan 0,049555 pada level kecamatan menunjukkan pola spasial yang cenderung acak tanpa autokorelasi spasial signifikan. Distribusi fasilitas dan sentralitas di Kota Tomohon masih menunjukkan ketimpangan spasial. Oleh karena itu, pemerataan fasilitas dan fungsi pelayanan pada wilayah dengan sentralitas rendah diperlukan untuk mendukung pertumbuhan wilayah yang lebih seimbang.

Kata kunci: *Hirarki spasial, Indeks gravitasi, Indeks sentralitas, Moran's I.*

PENDAHULUAN

Struktur ruang kota merupakan manifestasi proses pembangunan wilayah yang bertujuan meningkatkan distribusi barang dan jasa, standar hidup masyarakat, serta pilihan ekonomi dan sosial (Dhyatmika & Atmanti, 2013). Dalam konteks pembangunan wilayah, indikator ekonomi seperti produk domestik regional bruto (PDRB) dan indeks pembangunan manusia (IPM) menjadi ukuran penting untuk menilai keberhasilan pembangunan daerah. Pembangunan wilayah yang berjalan seiring dengan tata ruang kota menunjukkan keterkaitan antara aktivitas ekonomi, sosial, dan politik terhadap pembentukan struktur ruang wilayah. Fenomena keruangan tersebut tercermin melalui pemanfaatan ruang yang dipengaruhi oleh sumber daya alam, kondisi demografis, serta aktivitas ekonomi dan sosial masyarakat.

Interaksi spasial merupakan hubungan timbal balik antarwilayah yang menimbulkan gejala keruangan akibat perbedaan sumber daya alam, kondisi demografis, mobilitas barang dan jasa, konsentrasi kegiatan ekonomi, serta alokasi pembangunan wilayah (Sjafrizal, 2012). Interaksi spasial juga menggambarkan hubungan penawaran dan permintaan serta keputusan aktivitas pada lokasi tertentu (Roy & Thill, 2004). Dalam kajian wilayah, kekuatan interaksi antarwilayah dapat diukur menggunakan indeks gravitasi yang mempertimbangkan ukuran wilayah dan jarak geografis. Semakin dekat jarak antarwilayah dan semakin besar ukuran wilayah, maka semakin kuat interaksi yang terjadi. Selain itu, hubungan antarwilayah juga dapat dianalisis melalui *Weight Centrality Index* untuk mengidentifikasi tingkat sentralitas wilayah berdasarkan konektivitas dan ketersediaan fasilitas/fungsi pelayanan. Wilayah dengan tingkat sentralitas tinggi cenderung memiliki pengaruh lebih besar dalam sistem wilayah dibandingkan wilayah dengan sentralitas rendah.

Karena interaksi wilayah merupakan bagian dari fenomena spasial, maka variabel-variabel yang digunakan memiliki efek lokasi (*spatial effect*). Analisis spasial tidak hanya menjelaskan jumlah penduduk, jarak, dan fasilitas pelayanan, tetapi juga mempertimbangkan posisi geografis variabel tersebut dalam ruang. Efek lokasi tersebut membentuk dependensi dan heterogenitas spasial (Yasin et al., 2020). Tobler, (1979), menjelaskan bahwa lokasi yang berdekatan cenderung memiliki pengaruh yang lebih besar dibandingkan lokasi yang berjauhan (Anselin, 1988). Oleh karena itu, analisis autokorelasi spasial diperlukan untuk memahami pola keterkaitan antarwilayah dan distribusi aktivitas dalam ruang.

Kota Tomohon merupakan salah satu kota di Provinsi Sulawesi Utara yang berperan sebagai wilayah pertumbuhan bersama Kota Manado, Bitung, dan Kotamobagu. Sebagai wilayah perkotaan, Kota Tomohon memerlukan penentuan pusat kegiatan dan pusat pelayanan untuk mendukung fungsi perkotaan seperti perdagangan, pemerintahan, pendidikan, kesehatan, transportasi, komunikasi, dan permukiman. Konsentrasi pusat kegiatan dapat mencerminkan tingkat ketersediaan fasilitas perkotaan sekaligus membentuk struktur ruang kota (Filipus et al., 2019). Perkembangan kota juga berkaitan dengan representasi penggunaan ruang yang dipengaruhi karakteristik keruangan wilayah (Aditiya, 2022).

Penelitian sebelumnya umumnya hanya menganalisis pusat pertumbuhan berdasarkan fasilitas pelayanan atau interaksi ekonomi secara parsial. Kajian tersebut belum banyak mengintegrasikan indeks gravitasi, indeks sentralitas, dan autokorelasi spasial dalam satu kerangka analisis untuk menjelaskan hubungan hirarki wilayah dan pola spasial perkotaan. Padahal, kombinasi ketiga pendekatan tersebut penting untuk memahami keterkaitan antara kekuatan interaksi wilayah, ketersediaan fasilitas pelayanan, dan pola spasial yang

terbentuk. Dengan demikian, novelty penelitian ini terletak pada integrasi analisis indeks gravitasi, *Weight Centrality Index*, regresi *Ordinary Least Square* (OLS), dan Moran's I untuk mengidentifikasi hubungan interaksi spasial, hirarki wilayah, dan pola spasial Kota Tomohon secara simultan pada level kecamatan dan kelurahan.

Indikasi awal perkembangan Kota Tomohon menunjukkan adanya pertumbuhan wilayah yang tidak seimbang berdasarkan kondisi geografis dan distribusi fasilitas pelayanan, sehingga mempengaruhi pola spasial kota. Beberapa wilayah berkembang lebih cepat dibandingkan wilayah lainnya dan membentuk konsentrasi aktivitas tertentu. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan mengidentifikasi hubungan indeks gravitasi dan indeks sentralitas terhadap hirarki wilayah serta menganalisis pola spasial Kota Tomohon. Secara teoritis, indeks gravitasi digunakan untuk mengukur kekuatan interaksi wilayah berdasarkan jumlah penduduk, PDRB, dan jarak geografis, sedangkan indeks sentralitas digunakan untuk mengidentifikasi pusat pertumbuhan berdasarkan ketersediaan fasilitas/fungsi pelayanan. Hirarki wilayah selanjutnya dipahami sebagai hasil interaksi antara kekuatan interaksi spasial dan tingkat sentralitas wilayah yang mempengaruhi distribusi aktivitas ekonomi dan pola spasial kota.

Perkembangan wilayah merupakan proses perubahan spasial yang dipengaruhi oleh kondisi geografis, topografi, jumlah penduduk, aktivitas ekonomi, serta peran pemerintah dalam pembangunan wilayah. Dalam konteks perencanaan wilayah, jumlah penduduk berkaitan dengan kebutuhan pelayanan, lapangan pekerjaan, dan aktivitas ekonomi, sedangkan jarak geografis mempengaruhi mobilitas masyarakat dan intensitas interaksi antarwilayah (Ayu Retno, 2016; Tarigan, 2004). Semakin jauh jarak antarwilayah, semakin besar waktu dan biaya mobilitas sehingga kecenderungan interaksi menjadi lebih rendah. Oleh karena itu, faktor penduduk dan jarak menjadi dasar penting dalam menentukan pusat pelayanan dan pengembangan wilayah (Marhamah et al., 2023; Wagey et al., 2023).

Interaksi spasial antarwilayah dapat dianalisis menggunakan teori gravitasi. Teori ini menjelaskan bahwa kekuatan interaksi dipengaruhi oleh ukuran wilayah dan jarak

geografis. Dalam penelitian wilayah, ukuran wilayah direpresentasikan melalui jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi seperti PDRB, sedangkan jarak menunjukkan tingkat keterhubungan spasial antarwilayah (Tarigan, 2004). Semakin besar jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi serta semakin dekat jarak antarwilayah, maka semakin tinggi nilai interaksi spasial. Oleh karena itu, indeks gravitasi digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antarwilayah dan potensi pengaruh pusat pertumbuhan wilayah. PDRB sebagai indikator aktivitas ekonomi juga mencerminkan tingkat perkembangan wilayah dan menjadi variabel penting dalam analisis interaksi spasial (Fajar, 2014).

Dalam teori pusat pertumbuhan, wilayah dengan aktivitas ekonomi dan fasilitas pelayanan yang lebih tinggi cenderung berkembang sebagai pusat pelayanan bagi wilayah sekitarnya (Nainggolan, 2013; Gulo, 2015). Konsep ini berkaitan dengan teori tempat sentral yang menjelaskan bahwa pusat pelayanan terbentuk berdasarkan konsentrasi fasilitas dan fungsi pelayanan. Wilayah dengan fasilitas lebih lengkap memiliki daya tarik lebih besar sehingga berfungsi sebagai pusat distribusi pelayanan, perdagangan, dan aktivitas ekonomi. Dengan demikian, tingkat sentralitas wilayah dapat diukur menggunakan *Weight Centrality Index* untuk mengetahui tingkat konsentrasi fasilitas dan fungsi pelayanan suatu wilayah (Marshall, 1969). Semakin tinggi indeks sentralitas, semakin besar pengaruh wilayah tersebut dalam jaringan spasial perkotaan.

Hirarki wilayah menunjukkan tingkatan peran wilayah berdasarkan kapasitas pelayanan dan tingkat interaksi yang dimiliki. Wilayah dengan hirarki tinggi umumnya memiliki fasilitas lebih lengkap, aksesibilitas lebih baik, dan intensitas aktivitas ekonomi lebih tinggi dibandingkan wilayah hirarki rendah (Pratiwi, 2017; Gunena et al., 2016). Oleh karena itu, hirarki wilayah dipengaruhi oleh kekuatan interaksi spasial dan tingkat sentralitas wilayah. Ketimpangan distribusi fasilitas dan aktivitas ekonomi dapat menyebabkan perbedaan perkembangan antarwilayah sehingga memunculkan ketidaksetaraan spasial *spatial inequality* (Adisasmita, 2010a, 2010b; Harris & Yunani, 2019; M. E. Putra, 2019). Dalam konteks pembangunan wilayah, pemerataan fasilitas dan pelayanan menjadi penting untuk mengurangi ketimpangan dan mendorong

pertumbuhan wilayah yang lebih seimbang (Febrianto & Santoso, 2022; Widodo et al., 2022), sekaligus efek pembangunan yang menyebar (Sembiring et al., 2021).

Pusat (*nodal*) dalam sistem perwilayahan tidak terpisahkan dari unsur budidaya dan nonbudidaya yang membentuk keterkaitan antarwilayah (Syafi'i & Santoso, 2015). Dalam konteks pembangunan wilayah, tujuan utama yang ingin dicapai adalah terciptanya kesejahteraan melalui pemerataan (*equalization*), pertumbuhan (*growth*), dan keberlanjutan (*sustainability*) (Hailudin et al., 2018). Pencapaian tujuan tersebut tidak dapat dilepaskan dari interaksi antarwilayah, karena wilayah yang secara geografis berdekatan cenderung memperoleh manfaat sinergi dari pertumbuhan interaktif (Kuncoro, 1997; Winarto, 2021). Interaksi wilayah merupakan hubungan saling mempengaruhi antarwilayah yang berkaitan dengan pergerakan penduduk, barang, jasa, dan informasi sebagai akibat adanya saling melengkapi kebutuhan, kesempatan berinteraksi, dan kemampuan berpindah (Ullman, 2014).

Interaksi tersebut membentuk pola spasial melalui proses difusi geografis, baik secara menular berdasarkan kedekatan wilayah, secara hirarkis berdasarkan ukuran dan posisi pusat kegiatan, maupun secara acak akibat perubahan yang tidak terstruktur (Morrill et al., 2020). Dalam proses tersebut, ketersediaan fasilitas dan fungsi pelayanan menjadi faktor penting yang menentukan hirarki dan pertumbuhan wilayah (Kartika, 2022; Saputro, 2022; Wahyudin, 2022). Oleh karena itu, pembangunan infrastruktur dan penyediaan fasilitas pelayanan memiliki peran strategis dalam mendorong pertumbuhan wilayah sebagai *multiple effect sector* (Sukwika, 2018). Peran tersebut tidak terlepas dari keterlibatan pemerintah sebagai fasilitator dan dinamisor pembangunan sosial ekonomi dalam kemitraan tripartit bersama sektor swasta dan masyarakat (Mudiarta, 2011). Melalui pembangunan fasilitas dan infrastruktur, pemerintah dapat mengarahkan penyebaran pembangunan yang lebih terstruktur dan terkendali dalam hirarki regional sehingga mendukung pemerataan dan pengurangan ketimpangan spasial (Floerkemeier et al., 2021; Mitrică et al., 2020).

Sebagai fenomena spasial, perkembangan wilayah juga dipengaruhi oleh efek lokasi *spatial effect* yang menimbulkan dependensi dan heterogenitas spasial. Dependensi spasial

menunjukkan adanya keterkaitan antarwilayah yang berdekatan, sedangkan heterogenitas spasial menunjukkan adanya variasi karakteristik antar lokasi (Yasin et al., 2020). Tobler menegaskan bahwa wilayah yang berdekatan cenderung memiliki hubungan yang lebih kuat dibandingkan wilayah yang berjauhan (Anselin, 1988). Oleh karena itu, pola spasial wilayah dapat dianalisis menggunakan autokorelasi spasial Moran's I untuk mengidentifikasi kecenderungan pola mengelompok *clustered*, tersebar *dispersed*, atau acak *random*. Wilayah dengan sentralitas tinggi yang saling berdekatan cenderung membentuk pusat pertumbuhan dan konsentrasi aktivitas ekonomi, sedangkan wilayah dengan sentralitas rendah menunjukkan peran yang lebih kecil dalam jaringan spasial kota.

Berdasarkan kajian teoritik tersebut, penelitian ini membangun sintesis konseptual bahwa indeks gravitasi merepresentasikan kekuatan interaksi wilayah melalui variabel jumlah penduduk, PDRB, dan jarak geografis, sedangkan indeks sentralitas merepresentasikan tingkat konsentrasi fasilitas dan fungsi pelayanan wilayah. Kedua variabel tersebut berpengaruh terhadap pembentukan hirarki wilayah dan pola spasial Kota Tomohon. Hubungan antarvariabel dianalisis menggunakan regresi *Ordinary Least Square* (OLS), sedangkan pola spasial wilayah dianalisis menggunakan Moran's I.

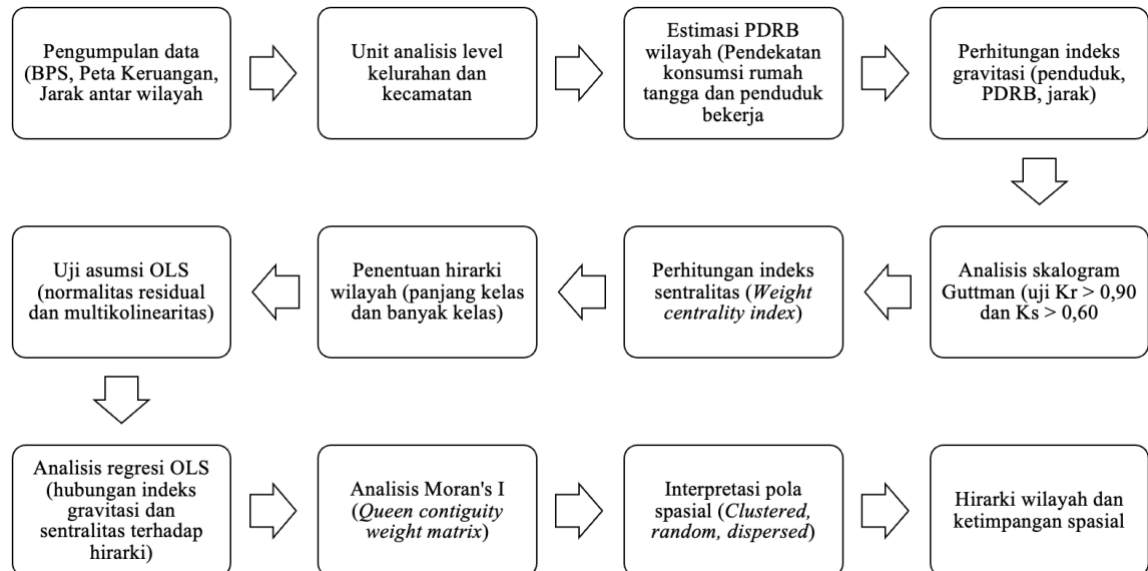
METODE PENELITIAN

Unit analisis penelitian menggunakan level kelurahan dan kecamatan. Analisis level kelurahan digunakan untuk mengidentifikasi variasi interaksi spasial, sentralitas, dan hirarki wilayah secara rinci, sedangkan level kecamatan digunakan untuk melihat kecenderungan pola spasial dan hirarki wilayah dalam skala kota. Hubungan antarvariabel dianalisis menggunakan regresi *Ordinary Least Square* (OLS) karena penelitian berfokus pada hubungan global antarvariabel, sementara autokorelasi spasial dianalisis menggunakan Moran's I dengan matriks bobot spasial *queen contiguity*.

Sebelum analisis OLS dilakukan, dilakukan pengujian asumsi model melalui uji normalitas residual dan multikolinearitas untuk memastikan kelayakan model regresi. Estimasi PDRB level kecamatan dan kelurahan dilakukan menggunakan pendekatan konsumsi rumah tangga dan jumlah penduduk bekerja

sebagai proksi aktivitas ekonomi wilayah karena keterbatasan data PDRB rinci. Pendekatan ini memiliki keterbatasan karena hasil estimasi bersifat relatif dan berpotensi

mengandung bias akibat asumsi distribusi ekonomi yang proporsional antarwilayah seperti dijelaskan pada alur penelitian di [Gambar 1](#).



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

Metode pengukuran kekuatan interaksi area inti dengan wilayah pendukung dengan analisis teori gravitasi ([Ikhsan, 2019; Reilly, 1929](#)), hirarki wilayah dengan analisis skalogram Guttman ([Guttman, 2017](#)), indeks sentralitas (*Weight Centrality Index*) ([Marshall, 1969](#)), dan menganalisis karakter hubungan atau mendapatkan pola hubungan antar variabel respons dan prediktor lokasi dengan regresi *Ordinary Least Square* (OLS) Carl Friedrich Gauss ([Stigler, 1981](#)), dilanjutkan menganalisis pola Moran's I ([Anselin, 1988, 1995](#)). Sumber data berasal dari data kependudukan, peta keruangan, dan jarak antar wilayah yang bersumber dari BPS. Pengolahan dan analisis data dengan menggunakan aplikasi Microsoft Excel, dan ArcGIS.

Adapun rumus teori gravitasi sebagai berikut:

$$I_{1,2} = a \frac{(W_1 P_1)(W_2 P_2)}{J_{1,2}^b} \text{ (persamaan1) (Ikhsan, 2019)}$$

$I_{1,2}$ = besarnya interaksi antar wilayah 1,2

W_1 = PDRB perkapita wilayah 1

W_2 = PDRB perkapita wilayah 2

P_1 = jumlah penduduk di wilayah 1

P_2 = jumlah penduduk di wilayah 2

$J_{1,2}$ = jarak wilayah 1,2

a = konstanta yang nilainya 1

b = konstanta yang nilainya 2

Sedangkan penentuan PDRB kecamatan dirumuskan dengan:

*Perkapita*_{wilayah}

$$= \frac{\text{Share konsumsi}_{\text{wilayah}} \times \text{PDRB}_{\text{kabupaten}} + \text{Share Pekerja}_{\text{wilayah}} \times \text{Pekerja Usia 15+}_{\text{kabupaten}}}{2}$$

$$\text{Perkapita}_{\text{wilayah}} = \frac{\frac{\text{Konsumsi RT}_{\text{wilayah}}}{P_{\text{wilayah}}} \times \% \text{PDRB}_{\text{kabupaten}} + \frac{\text{Share Pekerja}_{\text{wilayah}}}{P_{\text{wilayah}}} \times \% \text{Pekerja Usia 15+}_{\text{kabupaten}}}{2}$$

(persamaan.....2) ([Fajar, 2014](#))

Setelah mendapatkan PDRB kecamatan (persamaan 2) dimasukkan ke dalam (persamaan 1) untuk menghitung indeks gravitasi.

Pada analisis skalogram Guttman, sebelumnya dihitung *Coefficient of Reproducibility* dan *Coefficient of Scability* dengan metode *Goodenough* untuk menguji kelayakan analisis. Apabila nilai koefisien $Kr >$

0,90 dan koefisien $K_s > 0,60$ maka skalogram Guttman dapat digunakan (Singarimbun & Effendi, 1989). Berikut rumus koefisien reproduktibilitas dan koefisien skabilitas.

$$K_r = 1 - \frac{\sum e}{n}$$

K_r = koefisien reproduktibilitas

$\sum e$ = jumlah kesalahan (*error*) dengan metode *Goodenough*

n = jumlah subjek (kecamatan/kelurahan)
x jumlah objek/fasilitas

Selanjutnya

$$K_s = 1 - \frac{\sum e}{c \times k}$$

K_s = koefisien skabilitas

$\sum e$ = jumlah kesalahan (*error*)

c = kemungkinan menjawab benar (0,5)

n = jumlah subjek (kecamatan/kelurahan)

x jumlah objek/fasilitas

$k = n - t_n$

t_n = jumlah pilihan (bernilai 1)

Setelah analisis skalogram dinyatakan layak dilanjutkan dengan analisis indeks sentralitas (*Weight Centrality Index*) dengan rumus sebagai berikut.

$$C = \frac{x}{X} \quad \text{selanjutnya} \quad IS = C \times X$$

(Rondinelli, 2019)

C = bobot jenis fasilitas

x = jumlah total fasilitas gabungan (100)

X = jumlah satuan jenis fasilitas

Selanjutnya, setelah indeks sentralitas didapatkan, penentuan hirarki dengan terlebih dahulu menentukan banyak kelas = $1 + 3,3 \log n$ (n = jumlah wilayah), dan panjang kelas = $\frac{\text{nilai tertinggi} - \text{nilai terendah}}{\text{banyak kelas}}$

Penentuan atau menganalisis karakter hubungan atau mendapatkan pola hubungan antar variabel respons dan prediktor lokasi, yaitu dengan regresi *Ordinary Least Square* (OLS) dengan rumus sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \sum_{j=1}^p \beta_j X_j + \varepsilon$$

dimana Y adalah variabel dependen, β_0 , adalah intersep model, X_j berhubungan dengan j variabel penjelas model ($j = 1$ sampai p), dan ε adalah kesalahan acak dengan ekspektasi 0 dan varians σ^2 .

Selanjutnya dilakukan autokorelasi spasial Moran's I untuk menganalisis pola, mulai dari -1 hingga 1, yang menunjukkan pola tersebar, acak, berkerumun (Anselin, 1988) dengan rumus:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}^* (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S_0 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}^*$$

Di mana:

w_{ij}^* = elemen dalam data berbobot non-standar antara wilayah i dan j -

I = indeks Morans I

N = jumlah lokasi

x_i = nilai di lokasi- i

x_j = nilai di lokasi- j

$\bar{x}$ = rata-rata jumlah variabel atau nilai

HASIL DAN PEMBAHASAN

Interaksi Wilayah dan Indeks Gravitasi

Identifikasi pola interaksi spasial Kota Tomohon dilakukan melalui pengukuran indeks gravitasi pada level kelurahan dan kecamatan menggunakan variabel jumlah penduduk, PDRB, dan jarak geografis antarwilayah. Variabel jumlah penduduk berkaitan dengan mobilitas sosial, sedangkan PDRB merepresentasikan aktivitas ekonomi wilayah. Semakin besar jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi serta semakin dekat jarak antarwilayah, maka semakin tinggi nilai interaksi spasial (Ayu Retno, 2016; Tarigan, 2004). Dalam penelitian ini, estimasi PDRB level kelurahan dilakukan menggunakan pendekatan konsumsi rumah tangga dan jumlah penduduk usia kerja di atas 15 tahun yang bekerja karena keterbatasan data PDRB pada level kecamatan dan kelurahan. Pendekatan ini bersifat *ceteris paribus*, sehingga faktor lain di luar konsumsi rumah tangga dan tenaga kerja dianggap konstan.

PDRB kota Tomohon pada tahun 2023 sebesar Rp5.447.693.000.000 dengan pengeluaran konsumsi rumah tangga Rp1.769.359.950.000 atau Rp1.435.367 (perkapita/bulan) (BPS Kota Tomohon, 2024a). Sedangkan estimasi jumlah tenaga kerja di atas 15 tahun yang bekerja adalah 81.487 orang (BPS Kota Tomohon, 2024b). Dari kedua data tersebut diperoleh PDRB level kelurahan seperti pada Tabel 1. Selanjutnya nilai PDRB dan jarak dimasukkan ke dalam rumus $I_{1,2}$ sehingga mendapat nilai indeks gravitasi. Nilai indeks gravitasi kelurahan diperoleh dari penggabungan seluruh penghitungan satu kelurahan terhadap 43 kelurahan lain yang ada di kota Tomohon.

Tabel 1. PDRB Nominal Kelurahan Berdasarkan Pendekatan Konsumsi Rumah Tangga dan Penduduk Usia Kerja serta Nilai Gravitasi Interaksi Wilayah Kota Tomohon

Wilayah Administrasi		Perhitungan PDRB									
Kecamatan	Kelurahan	RT 2023 Konsumsi (Milyar)	Share% PDRB	Konstan PDRB (Milyar)	Pend Bekerja	Share% PBekerja	PDRB Pend Kerja (Milyar)	PDRB 2023 (Milyar)	Penduduk	Nilai Gravitasi	Interaksi Wilayah
Tomohon Barat	Taratara	Rp36	2	Rp110	1660	2	Rp111	Rp110	2066	318824	Rendah Sekali
Tomohon Barat	Taratara Dua	Rp31	1,8	Rp95	1444	1,8	Rp97	Rp96	1798	349797	Rendah Sekali
Tomohon Barat	Taratara Satu	Rp32	1,8	Rp99	1513	1,9	Rp101	Rp100	1859	310401	Rendah Sekali
Tomohon Barat	Taratara Tiga	Rp33	1,9	Rp102	1461	1,8	Rp98	Rp100	1920	426662	Rendah Sekali
Tomohon Barat	Woloan Dua	Rp43	2,4	Rp133	1985	2,4	Rp133	Rp133	2514	635446	Rendah
Tomohon Barat	Woloan Satu	Rp44	2,5	Rp136	1992	2,4	Rp133	Rp134	2561	735152	Rendah
Tomohon Barat	Woloan Satu Utara	Rp34	1,9	Rp103	1516	1,9	Rp101	Rp102	1945	710187	Rendah
Tomohon Barat	Woloan Tiga	Rp49	2,7	Rp149	2226	2,7	Rp149	Rp149	2816	986510	Rendah
		Rp302	17	Rp927	Rp13.797	16,9	Rp923	Rp924	17479	4472979	Rendah
Tomohon Selatan	Kampung Jawa	Rp22	1,2	Rp66	961	1,2	Rp64	Rp65	1253	254677	Rendah Sekali
Tomohon Selatan	Lahendong	Rp43	2,4	Rp131	2017	2,5	Rp135	Rp133	2477	734186	Rendah
Tomohon Selatan	Lansot	Rp54	3,1	Rp167	2446	3	Rp164	Rp165	3155	686268	Rendah
Tomohon Selatan	Pangolombian	Rp46	2,6	Rp140	2137	2,6	Rp143	Rp142	2643	776462	Rendah
Tomohon Selatan	Pinaras	Rp43	2,4	Rp131	2006	2,5	Rp134	Rp133	2479	712989	Rendah
Tomohon Selatan	Tondangow	Rp22	1,3	Rp68	1037	1,3	Rp69	Rp69	1285	171933	Rendah Sekali
Tomohon Selatan	Tumatangtang	Rp32	1,8	Rp100	1523	1,9	Rp102	Rp101	1886	675962	Rendah
Tomohon Selatan	Tumatangtang Satu	Rp37	2,1	Rp114	1683	2,1	Rp113	Rp113	2145	748614	Rendah
Tomohon Selatan	Uluindano	Rp28	1,6	Rp86	1246	1,5	Rp83	Rp84	1616	812273	Rendah
Tomohon Selatan	Walian	Rp52	3	Rp161	2386	2,9	Rp160	Rp160	3037	1664341	Cukup Rendah
Tomohon Selatan	Walian Dua	Rp31	1,7	Rp95	1454	1,8	Rp97	Rp96	1784	864851	Rendah
Tomohon Selatan	Walian Satu	Rp37	2,1	Rp114	1703	2,1	Rp114	Rp114	2143	999850	Rendah
		Rp447	25,3	Rp1.373	Rp20.599	25,4	Rp1.378	Rp1.375	25903	9102406	Cukup Tinggi
Tomohon Tengah	Kamasi	Rp28	1,6	Rp87	1284	1,6	Rp86	Rp86	1641	580400	Rendah Sekali
Tomohon Tengah	Kamasi Satu	Rp18	1	Rp57	828	1	Rp55	Rp56	1067	250171	Rendah Sekali
Tomohon Tengah	Kolongan	Rp44	2,5	Rp134	2029	2,5	Rp136	Rp135	2535	1337168	Rendah
Tomohon Tengah	Kolongan Satu	Rp26	1,4	Rp79	1132	1,4	Rp76	Rp77	1481	789322	Rendah
Tomohon Tengah	Matani Dua	Rp54	3,1	Rp166	2484	3	Rp166	Rp166	3136	670897	Rendah
Tomohon Tengah	Matani Satu	Rp36	2	Rp109	1626	2	Rp109	Rp109	2063	625922	Rendah
Tomohon Tengah	Matani Tiga	Rp38	2,1	Rp117	1709	2,1	Rp114	Rp115	2197	956260	Rendah
Tomohon Tengah	Talete Dua	Rp24	1,4	Rp75	1120	1,4	Rp75	Rp75	1419	902925	Rendah
Tomohon Tengah	Talete Satu	Rp58	3,3	Rp177	2607	3,2	Rp174	Rp176	3339	2114858	Cukup Tinggi
		Rp326	18,4	Rp1.001	Rp14.819	18,2	Rp991	Rp995	18878	8227923	Cukup Rendah

Wilayah Administrasi		Perhitungan PDRB									
Kecamatan	Kelurahan	Konsumsi RT 2023 (Milyar)	Share% PDRB	PDRB Konstan (Milyar)	Pend Bekerja	Share% PBekerja	PDRB Pend Kerja (Milyar)	PDRB 2023 (Milyar)	Penduduk	Nilai Gravitasi	Interaksi Wilayah
Tomohon Timur	Kumelembuay	Rp23	1,3	Rp72	1098	1,3	Rp73	Rp72	1349	393360	Rendah Sekali
Tomohon Timur	Paslaten Dua	Rp56	3,1	Rp171	2581	3,2	Rp173	Rp172	3227	612986	Rendah Sekali
Tomohon Timur	Paslaten Satu	Rp55	3,1	Rp171	2569	3,2	Rp172	Rp171	3220	773772	Rendah
Tomohon Timur	Rurukan	Rp34	1,9	Rp104	1533	1,9	Rp102	Rp103	1962	492187	Rendah Sekali
Tomohon Timur	Rurukan Satu	Rp24	1,4	Rp74	1096	1,3	Rp73	Rp74	1400	227441	Rendah Sekali
		Rp192	10,8	Rp592	Rp8.877	10,9	Rp593	Rp592	11158	2499746	Rendah
Tomohon Utara	Kakaskasen	Rp46	2,6	Rp142	2144	2,6	Rp143	Rp143	2679	1641536	Cukup Rendah
Tomohon Utara	Kakaskasen Dua	Rp74	4,2	Rp228	3465	4,3	Rp232	Rp230	4290	3021891	Tinggi Sekali
Tomohon Utara	Kakaskasen Satu	Rp59	3,3	Rp180	2685	3,3	Rp180	Rp180	3399	2249439	Cukup Tinggi
Tomohon Utara	Kakaskasen Tiga	Rp62	3,5	Rp192	2880	3,5	Rp193	Rp192	3621	2711705	Tinggi
Tomohon Utara	Kayawu	Rp50	2,8	Rp154	2300	2,8	Rp154	Rp154	2901	488841	Rendah Sekali
Tomohon Utara	Kinilow	Rp42	2,4	Rp129	1929	2,4	Rp129	Rp129	2425	977574	Rendah
Tomohon Utara	Kinilow Satu	Rp50	2,8	Rp155	2304	2,8	Rp154	Rp154	2915	1449810	Rendah
Tomohon Utara	Tinoor Dua	Rp30	1,7	Rp93	1436	1,8	Rp96	Rp94	1751	338874	Rendah Sekali
Tomohon Utara	Tinoor Satu	Rp30	1,7	Rp92	1377	1,7	Rp92	Rp92	1727	352081	Rendah Sekali
Tomohon Utara	Wailan	Rp62	3,5	Rp191	2875	3,5	Rp192	Rp192	3598	651339	Rendah
		Rp505	28,5	Rp1.556	Rp23.395	28,7	Rp1.565	Rp1.560	29306	13883090	Tinggi

Sumber: (BPS Kota Tomohon, 2023a, 2023f, 2023c, 2023b, 2023e, 2023d).

Berdasarkan Tabel 1, Kecamatan Tomohon Utara memiliki nilai gravitasi dan aktivitas ekonomi relatif lebih tinggi dibandingkan kecamatan lain. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi penduduk bekerja, nilai PDRB, serta kedekatan spasial antarwilayah yang meningkatkan intensitas interaksi ekonomi dan sosial. Sebaliknya, Kecamatan Tomohon Barat dan Tomohon Timur menunjukkan nilai gravitasi relatif rendah akibat jarak antarwilayah yang lebih jauh serta aktivitas ekonomi yang lebih terbatas. Pendapatan dari penduduk yang bekerja berpengaruh terhadap konsumsi rumah tangga (Hanum, 2018), sebagai produktivitas berupa *output* barang/jasa penduduk yang bekerja berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi (Julianto & Mukhtar, 2022). Temuan ini menunjukkan bahwa interaksi wilayah tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah penduduk, tetapi juga oleh kombinasi aksesibilitas dan konsentrasi aktivitas ekonomi wilayah (Ikhsan, 2019). Dengan demikian, nilai gravitasi tinggi

merepresentasikan akumulasi aktivitas ekonomi, jumlah penduduk bekerja, dan keterhubungan spasial yang lebih kuat.

Indeks Sentralitas dan Hirarki Wilayah

Analisis indeks sentralitas dilakukan untuk mengidentifikasi tingkat konsentrasi fasilitas dan fungsi pelayanan pada masing-masing wilayah. Fasilitas pelayanan direduksi ke dalam delapan kelompok, yaitu pemerintahan, pelayanan publik, pendidikan, kesehatan, peribadatan, ekonomi, akomodasi pariwisata, dan transportasi. Hasil uji skalogram menunjukkan nilai *Coefficient of Reproducibility* sebesar 0,90 dan *Coefficient of Scalability* sebesar 0,70, sehingga analisis skalogram dinyatakan layak digunakan sebagai dasar perhitungan indeks sentralitas. Hasil uji kelayakan analisis skalogram menunjukkan *Coefficient of Reproducibility* dan *Coefficient of Scalability* yaitu; $K_r = 1 - \frac{\sum e}{n}$, $K_r = 1 - \frac{102}{1012}$,

$K_r = 0,90$, dan $K_s = 1 - \frac{\sum e}{c \times k}$, $K_s = 1 - \frac{102}{0,5 \times (1012-324)}$, $K_s = 1 - \frac{102}{0,5 \times (1012-324)}$, $K_s = 0,70$. Dapat disimpulkan bahwa analisis skalogram layak digunakan untuk digunakan dalam menganalisis data fasilitas/fungsi layanan sebagai dasar analisis indeks sentralitas (*Weight Centrality Index*). Hasil perhitungan indeks sentralitas dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, Kecamatan Tomohon Tengah dan Tomohon Utara memiliki jumlah fasilitas dan indeks sentralitas tertinggi sehingga berperan sebagai pusat utama pelayanan dan aktivitas ekonomi kota. Kondisi ini menunjukkan adanya konsentrasi fasilitas pemerintahan, pendidikan, ekonomi, dan pelayanan publik pada kedua kecamatan tersebut. Kecamatan Tomohon Timur juga memiliki wilayah dengan sentralitas tinggi, terutama Kelurahan Paslaten Satu, meskipun secara total jumlah fasilitas tidak sebanyak Tomohon Tengah dan Tomohon Utara. Sebaliknya, Kecamatan Tomohon Barat menunjukkan tingkat sentralitas dan hirarki wilayah yang lebih rendah. Perbedaan distribusi fasilitas tersebut menunjukkan adanya ketimpangan spasial dalam sistem pelayanan perkotaan. Temuan ini sejalan dengan teori pusat pertumbuhan yang menjelaskan bahwa konsentrasi fasilitas dan aktivitas ekonomi pada wilayah tertentu membentuk pusat pelayanan dan struktur ruang kota (Filipus et al., 2019).

Ketimpangan sentralitas antarwilayah menunjukkan bahwa distribusi fasilitas pelayanan masih terpusat pada wilayah inti kota. Kondisi tersebut berpotensi memperkuat ketimpangan spasial apabila tidak diimbangi dengan pemerataan fasilitas dan infrastruktur pada wilayah pinggiran. Oleh karena itu, peningkatan fasilitas pelayanan pada Kecamatan Tomohon Selatan dan Tomohon

Barat penting dilakukan untuk mendukung pemerataan pembangunan wilayah (Mudiarta, 2011; N. A. Putra et al., 2017).

Hubungan Indeks Gravitasi dan Sentralitas terhadap Hirarki Wilayah

Hubungan antara indeks gravitasi dan indeks sentralitas terhadap hirarki wilayah dianalisis menggunakan regresi *Ordinary Least Square* (OLS). Hasil regresi pada level kelurahan menghasilkan persamaan: $Y = 4,140451 - 0,000000 \text{ Indeks Gravitasi} + 0,005757 \text{ Indeks Sentralitas} + \epsilon$. Sedangkan pada level kecamatan persamaan regresinya $Y = -0,037258 + 0,005800 \text{ Indeks Sentralitas} + \epsilon$.

Hasil analisis menunjukkan bahwa indeks gravitasi tidak memiliki hubungan signifikan terhadap hirarki wilayah, sedangkan indeks sentralitas memiliki hubungan positif dan signifikan terhadap hirarki wilayah. Temuan ini menunjukkan bahwa pembentukan hirarki wilayah di Kota Tomohon lebih dipengaruhi oleh ketersediaan fasilitas dan fungsi pelayanan dibandingkan kekuatan interaksi spasial berbasis jumlah penduduk, PDRB, dan jarak geografis. Dengan kata lain, wilayah dengan fasilitas pelayanan lebih lengkap cenderung memiliki hirarki lebih tinggi dalam struktur ruang kota (Kartika, 2022; Saputro, 2022; Wahyudin, 2022).

Namun demikian, hasil OLS perlu dipahami secara hati-hati karena model ini memiliki keterbatasan dalam menjelaskan hubungan spasial antarwilayah. Penelitian ini belum memasukkan pendekatan regresi spasial seperti *Spatial Lag Model* atau *Spatial Error Model* yang dapat mengakomodasi efek dependensi spasial. Selain itu, estimasi PDRB pada level kelurahan juga berpotensi menimbulkan bias karena menggunakan pendekatan estimasi tidak langsung.

Tabel 2. Indeks Sentralitas dan Hirarki Wilayah Cakupan Kelurahan dan Kecamatan di Kota Tomohon

Wilayah Administrasi		Fasilitas/Fungsi Layanan										Indeks Sentralitas	Hirarki
Kecamatan	Kelurahan	Pemerintahan	Pelayanan Publik	Pendidikan	Kesehatan	Peribadatan	Ekonomi	Akomodasi Pariwisata	Transportasi	Jumlah Fasilitas			
Tomohon Tengah	Matani Satu	1	1	6	0	3	0	20	1	32	324,6	I	
Tomohon Tengah	Matani Tiga	1	1	6	2	4	1	27	0	42	277,8	I	
Tomohon Tengah	Talete Dua	2	3	6	0	2	1	13	0	27	296,6	I	
Tomohon Tengah	Kolongan	1	0	4	1	3	1	12	0	22	183	II	
Tomohon Tengah	Kolongan Satu	2	6	1	0	1	1	13	0	24	233,2	II	
Tomohon Tengah	Talete Satu	1	0	1	2	2	1	52	0	59	196,8	II	

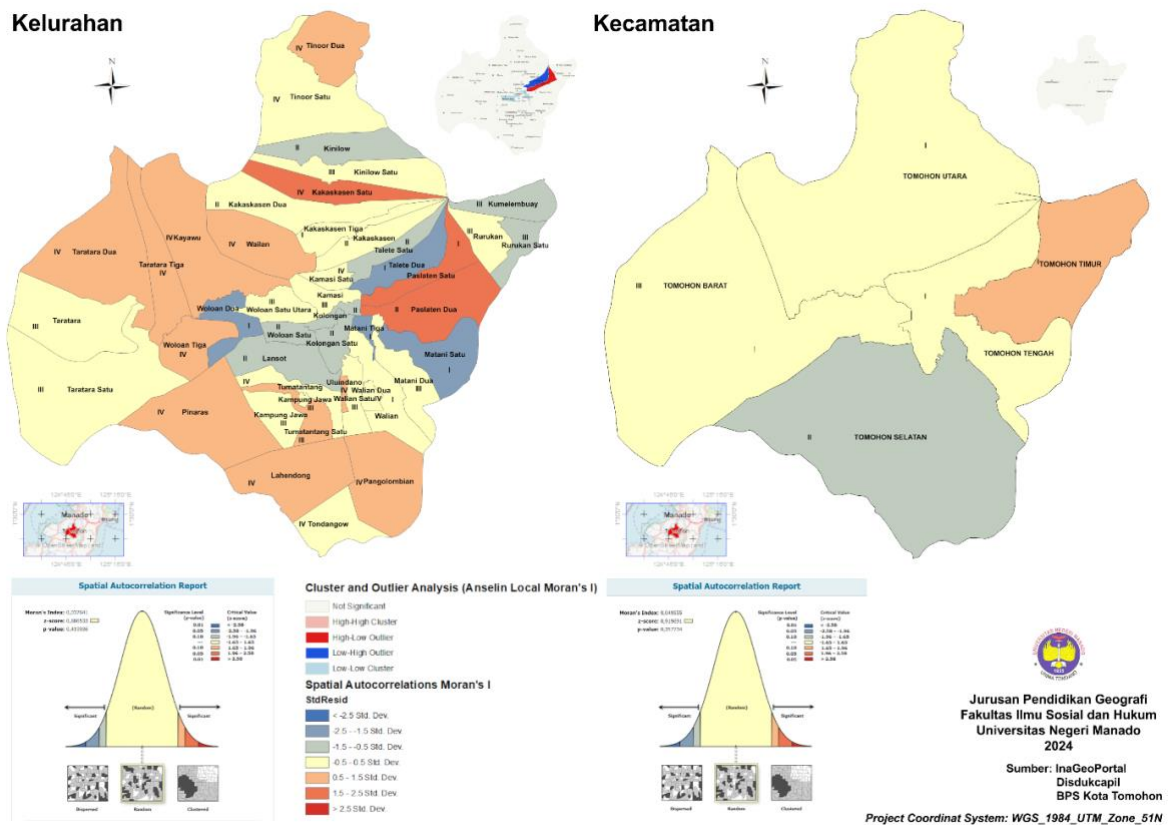
Wilayah Administrasi		Fasilitas/Fungsi Layanan										
Kecamatan	Kelurahan	Pemerintahan	Pelayanan Publik	Pendidikan	Kesehatan	Peribadatan	Ekonomi	Akomodasi Pariwisata	Transportasi	Jumlah Fasilitas	Indeks Sentralitas	Hirarki
Tomohon Tengah	Kamasi	1	0	2	3	2	1	10	0	19	128,9	III
Tomohon Tengah	Matani Dua	1	0	0	1	1	0	14	0	17	139,9	III
Tomohon Tengah	Kamasi Satu	1	0	0	0	1	0	3	0	5	19,3	IV
		11	11	26	9	19	6	164	1	247	550,8	I
Tomohon Utara	Kakaskasen Tiga	2	1	4	0	7	0	15	1	30	394,1	I
Tomohon Utara	Kakaskasen	1	1	2	2	1	1	12	0	20	288,3	II
Tomohon Utara	Kakaskasen Dua	1	0	5	1	4	0	37	0	48	237,9	II
Tomohon Utara	Kinilow	1	1	5	0	2	0	17	0	26	223,1	II
Tomohon Utara	Kinilow Satu	1	0	3	1	5	1	10	0	21	172,5	III
Tomohon Utara	Kakaskasen Satu	1	0	3	0	3	0	27	0	34	90,9	IV
Tomohon Utara	Kayawu	1	0	2	0	6	0	24	0	33	96,4	IV
Tomohon Utara	Tinoor Dua	1	0	3	0	2	0	25	0	31	73,4	IV
Tomohon Utara	Tinoor Satu	1	0	1	0	4	0	20	0	26	41,1	IV
Tomohon Utara	Wailan	1	1	2	0	4	0	20	0	28	82,3	IV
		11	4	30	4	38	2	207	1	297	505,60	I
Tomohon Timur	Paslaten Satu	2	3	2	5	4	2	30	1	49	783,3	I
Tomohon Timur	Paslaten Dua	1	2	6	2	4	1	18	0	34	524,6	II
Tomohon Timur	Kumelembuay	1	0	2	1	3	0	1	0	8	110,9	III
Tomohon Timur	Rurukan	1	0	4	1	3	0	4	0	13	157,7	III
Tomohon Timur	Rurukan Satu	1	0	1	1	3	0	3	0	9	123,5	III
		6	5	15	10	17	3	56	1	113	451	I
Tomohon Selatan	Walian	2	1	4	2	2	1	10	0	22	437,3	I
Tomohon Selatan	Lansot	1	9	4	2	3	1	6	0	26	267	II
Tomohon Selatan	Kampung Jawa	1	1	1	1	1	0	0	0	5	132,3	III
Tomohon Selatan	Tumatantang Satu	1	0	2	2	2	0	1	0	8	225,9	III
Tomohon Selatan	Walian Satu	1	0	0	1	2	0	8	1	13	197,8	III
Tomohon Selatan	Lahendong	1	0	3	1	4	0	5	0	14	110,5	IV
Tomohon Selatan	Pangolombian	1	0	3	1	3	0	0	0	8	77,7	IV
Tomohon Selatan	Pinaras	1	0	3	1	6	0	0	0	11	88,1	IV
Tomohon Selatan	Tondangow	1	0	2	1	4	0	0	0	8	58,4	IV
Tomohon Selatan	Tumatantang	1	0	1	0	1	0	0	0	3	18	IV
Tomohon Selatan	Uluindano	1	2	1	1	3	0	0	0	8	50,3	IV
Tomohon Selatan	Walian Dua	1	0	0	1	4	0	1	0	7	36,7	IV
		13	13	24	14	35	2	31	1	133	416,1	II
Tomohon Barat	Woloan Dua	1	1	4	1	2	1	15	0	25	281,5	I
Tomohon Barat	Woloan Satu	2	3	1	0	0	0	8	0	14	180,9	II
Tomohon Barat	Taratara	1	1	1	1	1	0	6	0	11	153,6	III
Tomohon Barat	Taratara Satu	1	0	4	0	3	0	16	0	24	150	III
Tomohon Barat	Woloan Satu Utara	1	1	1	1	2	1	8	0	15	163,5	III
Tomohon Barat	Taratara Dua	1	0	1	0	1	1	6	0	10	86,1	IV
Tomohon Barat	Taratara Tiga	1	0	3	0	3	0	10	0	17	117,3	IV
Tomohon Barat	Woloan Tiga	1	0	2	0	2	0	17	0	22	67,1	IV
		9	6	17	3	14	3	86	0	138	176,6	III

Sumber: hasil olah data, 2025.

Pola Spasial Hirarki Wilayah

Analisis autokorelasi spasial Moran's I dilakukan untuk mengetahui pola spasial hirarki wilayah pada level kelurahan dan kecamatan. Hasil analisis menunjukkan nilai Moran's I sebesar 0,049687 dengan *z-score* 0,598474 dan *p-value* 0,549524 pada level kelurahan, serta Moran's I sebesar 0,049555 dengan *z-score* 0,919681 dan *p-value* 0,357734 pada level

kecamatan. Nilai Moran's I yang mendekati nol dan *p-value* yang tidak signifikan menunjukkan bahwa secara global pola spasial hirarki wilayah di Kota Tomohon cenderung acak (*random*) dan tidak memiliki autokorelasi spasial yang signifikan. Hasil perhitungan OLS dijelaskan pada peta [Gambar 2](#).



Gambar 2. Peta Spatial Autocorrelation Moran's I Kelurahan dan Kecamatan di Kota Tomohon

Wilayah berwarna merah pada Gambar 2 menunjukkan autokorelasi positif yang signifikan, yaitu wilayah dengan nilai hirarki tinggi berdekatan dengan wilayah bernilai tinggi lainnya (*high-high*). Pola ini terlihat pada Kelurahan Paslaten Satu, Paslaten Dua, dan Kakaskasen Satu yang menunjukkan adanya konsentrasi fasilitas, aktivitas ekonomi, dan pelayanan perkotaan pada lokasi tertentu. Konsentrasi tersebut mengindikasikan terbentuknya pusat pertumbuhan yang mampu menarik mobilitas penduduk dan aktivitas ekonomi secara lebih intensif. Temuan ini mendukung teori pertumbuhan spasial bahwa wilayah dengan tingkat aksesibilitas dan fasilitas tinggi cenderung berkembang sebagai pusat aktivitas dan pelayanan wilayah (Agustin & Hariyani, 2023; King, 2020).

Sebaliknya, wilayah berwarna biru menunjukkan autokorelasi negatif yang signifikan, yaitu wilayah dengan nilai hirarki tinggi berdekatan dengan wilayah bernilai rendah (*high-low*) atau sebaliknya. Pola ini terlihat pada Kelurahan Matani Satu, Talete Dua, dan Woloan Dua. Kondisi tersebut

menunjukkan bahwa distribusi fasilitas dan aktivitas ekonomi tidak tersebar secara merata sehingga membentuk ketimpangan spasial (*spatial inequality*) (Nijman & Wei, 2020). Kedekatan geografis antarwilayah tidak secara otomatis menghasilkan efek penyebaran (*spread effect*), tetapi justru memperlihatkan adanya konsentrasi pembangunan pada wilayah tertentu sementara wilayah di sekitarnya berkembang lebih lambat. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menjelaskan bahwa konsentrasi aktivitas ekonomi menjadi penyebab utama ketimpangan pembangunan antarwilayah (Ambar et al., 2021). Selain itu, distribusi fasilitas publik yang tidak merata turut mempengaruhi pola konsentrasi penduduk dan akses layanan perkotaan (Latue et al., 2023; Wulandari & Setyowati, 2020).

Hasil *cluster and outlier analysis* Anselin memperjelas pola lokal tersebut. Kelurahan Paslaten Satu membentuk pola *High-Low outlier*, yaitu wilayah dengan hirarki tinggi yang berdekatan dengan wilayah hirarki rendah, khususnya Talete Dua. Kondisi ini menunjukkan bahwa manfaat pertumbuhan

wilayah belum tersebar secara optimal ke wilayah sekitar. Sementara itu, Kelurahan Woloan Satu, Kolongan, dan Matani Tiga membentuk pola *Low-Low cluster* yang menunjukkan konsentrasi wilayah dengan sentralitas rendah. Pola tersebut mengindikasikan adanya akumulasi keterbatasan fasilitas dan pelayanan pada wilayah tertentu sehingga memperkuat ketimpangan spasial secara lokal. Namun demikian, pola tersebut hanya muncul pada level lokal dan tidak membentuk klaster signifikan pada level kecamatan. Dengan demikian, interpretasi Moran's I global perlu dibedakan dengan analisis lokal (*Local Indicator of Spatial Association/LISA*). Moran's I global menunjukkan pola spasial Kota Tomohon secara umum tidak membentuk klaster signifikan, sedangkan analisis lokal menunjukkan adanya hotspot dan outlier pada wilayah tertentu. Oleh karena itu, pola spasial Kota Tomohon lebih tepat diinterpretasikan sebagai pola yang secara umum acak namun memiliki kecenderungan konsentrasi lokal pada beberapa wilayah tertentu.

Sementara itu, wilayah berwarna kuning dan abu-abu menunjukkan tidak adanya autokorelasi spasial yang signifikan, artinya wilayah yang berdekatan tidak memiliki hubungan spasial yang kuat baik pada level kelurahan maupun kecamatan. Kondisi ini menunjukkan perkembangan wilayah yang berlangsung secara tidak terstruktur dan tidak membentuk keterkaitan spasial yang konsisten. Ketidakseimbangan distribusi fasilitas pada wilayah-wilayah tersebut berpotensi mendorong perkembangan spasial yang menyebar (*urban sprawl*) dan ketidakaturan penggunaan lahan (Gusandra et al., 2023; Mafazy et al., 2020).

Kondisi tersebut juga menunjukkan bahwa perkembangan wilayah masih dipengaruhi faktor eksternal dan belum sepenuhnya diarahkan melalui struktur hirarki wilayah dan distribusi fasilitas yang terencana. Oleh karena itu, pemerataan fasilitas dan pelayanan menjadi penting untuk mengurangi ketimpangan spasial sekaligus mengarahkan difusi perkembangan wilayah secara lebih terstruktur (Morrill et al., 2020).

Secara spasial, arah perkembangan Kota Tomohon cenderung bergerak ke bagian utara, timur, dan selatan kota. Namun arah utara dan timur memiliki keterbatasan topografi, kawasan konservasi, dan kerawanan bencana Gunung

Lokon sehingga kapasitas pengembangannya relatif terbatas. Dalam konteks tersebut, Kecamatan Tomohon Selatan memiliki potensi lebih besar sebagai arah pengembangan baru karena memiliki interaksi wilayah yang cukup tinggi dan berada pada hirarki II. Pengembangan wilayah ke arah selatan dapat menjadi strategi untuk mengurangi konsentrasi aktivitas di Kecamatan Tomohon Tengah sekaligus mendukung distribusi fasilitas dan pelayanan yang lebih merata antarwilayah.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa indeks gravitasi tidak memiliki hubungan yang signifikan secara statistik terhadap hirarki wilayah di Kota Tomohon. Hal tersebut menunjukkan bahwa variabel pembentuk indeks gravitasi, yaitu jarak geografis, jumlah penduduk, dan PDRB, belum menjadi faktor utama dalam menentukan hirarki wilayah. Sebaliknya, indeks sentralitas memiliki hubungan positif dan signifikan terhadap hirarki wilayah, yang menunjukkan bahwa ketersediaan fasilitas dan fungsi pelayanan menjadi faktor dominan dalam pembentukan hirarki dan struktur spasial kota.

Wilayah dengan tingkat sentralitas tinggi, seperti Kecamatan Tomohon Tengah, Tomohon Utara, dan beberapa kelurahan seperti Paslaten Satu dan Kakaskasen Satu, cenderung memiliki peran lebih besar dalam jaringan spasial kota. Konsentrasi fasilitas dan fungsi pelayanan pada wilayah tertentu menunjukkan adanya ketimpangan spasial dalam distribusi pelayanan perkotaan. Hasil analisis Moran's I menunjukkan pola spasial yang secara umum bersifat acak (*random*) dan tidak memiliki autokorelasi spasial signifikan, meskipun pada beberapa wilayah ditemukan indikasi *cluster* dan *outlier* lokal.

Temuan penelitian menegaskan bahwa pemerataan fasilitas dan fungsi pelayanan menjadi faktor penting dalam mengurangi ketimpangan spasial dan mendukung perkembangan wilayah yang lebih seimbang di Kota Tomohon. Kecamatan Tomohon Selatan dan Tomohon Barat memiliki potensi pengembangan sebagai wilayah penyeimbang untuk mengurangi konsentrasi pertumbuhan pada wilayah inti kota.

Penelitian ini memiliki keterbatasan pada penggunaan estimasi PDRB level kelurahan yang masih bersifat pendekatan (*crude estimation*) serta penggunaan model *Ordinary*

Least Square (OLS) yang belum sepenuhnya mengakomodasi dependensi spasial antarwilayah. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan model spasial lanjutan seperti *Spatial Lag Model* (SLM), *Spatial Error Model* (SEM), atau *Geographically Weighted Regression* (GWR) agar hubungan spasial antarwilayah dapat dianalisis baik.

SARAN

Pemerintah Kota Tomohon perlu meningkatkan pemerataan fasilitas dan fungsi pelayanan, khususnya pada Kecamatan Tomohon Selatan dan Tomohon Barat, untuk mengurangi ketimpangan spasial dan konsentrasi pertumbuhan pada wilayah inti kota. Pengembangan pusat pelayanan baru perlu mempertimbangkan aksesibilitas wilayah, kondisi topografi, dan distribusi penduduk agar struktur ruang kota berkembang lebih seimbang dan terarah.

Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan data ekonomi wilayah yang lebih detail dan aktual pada level kelurahan untuk meningkatkan akurasi pengukuran interaksi wilayah dan aktivitas ekonomi. Penggunaan metode analisis spasial lanjutan seperti *Spatial Lag Model* (SLM), *Spatial Error Model* (SEM), *Geographically Weighted Regression* (GWR), atau *Local Indicators of Spatial Association* (LISA) perlu dilakukan untuk memperkuat analisis dependensi spasial dan pola spasial antarwilayah. Kajian lanjutan dapat mengintegrasikan variabel lain seperti jaringan jalan, penggunaan lahan, investasi, dan mobilitas penduduk untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai perkembangan struktur ruang Kota Tomohon.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisasmita, R. 2010a. *Pembangunan Kawasan dan Tata Ruang*. Yogyakarta: Ghara Ilmu.
- Adisasmita, R. 2010b. *Teori Pertumbuhan Kota*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Aditiya, M. I. 2022. Analisis Struktur Ruang dan Perkembangan Kota di Kecamatan Wonosari Kabupaten Gunung Kidul. *GEOGRAPHIA: Jurnal Pendidikan Dan Penelitian Geografi*, 3(2), 98–107. <https://doi.org/10.53682/gjppg.v3i2.4883>
- Agustin, I. W., & Hariyani, S. 2023. *Pengelolaan Infrastruktur Kota dan Wilayah*. Universitas Brawijaya Press.
- Anselin, L. 1988. Lagrange Multiplier Test Diagnostics for Spatial Dependence and Spatial Heterogeneity. *Geographical Analysis*, 20(1), 1–17. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1988.tb00159.x>
- Anselin, L. 1995. Local Indicators of Spatial Association - LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), 93–115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x>
- Ayu Retno. 2016. Analisis Lokasi Pusat Pertumbuhan Satuan Wilayah Pengembangan (SWP) Jawa Timur Bagian Barat (Karesidenan Madiun). *Jurnal Pendidikan Geografi*, 3(3), 398–407.
- BPS Kota Tomohon. 2023a. *Jumlah Penduduk Kota Tomohon 2010-2020*.
- BPS Kota Tomohon. 2023b. *Kecamatan Tomohon Barat dalam Angka 2022*.
- BPS Kota Tomohon. 2023c. *Kecamatan Tomohon Selatan dalam Angka 2022*.
- BPS Kota Tomohon. 2023d. *Kecamatan Tomohon Tengah dalam Angka 2022*.
- BPS Kota Tomohon. 2023e. *Kecamatan Tomohon Timur dalam Angka 2022*.
- BPS Kota Tomohon. 2023f. *Kecamatan Tomohon Utara dalam Angka 2022*.
- BPS Kota Tomohon. 2024a. *PDRB Kota Tomohon Atas Dasar Harga Konstan Menurut Pengeluaran (Juta Rupiah), 2021-2023*. BPS Kota Tomohon. <https://tomohonkota.bps.go.id/indicator/164/65/1/pdrb-kota-tomohon-atas-dasar-harga-konstan-menurut-pengeluaran.html>
- BPS Kota Tomohon. 2024b. *Statistik Ketenagakerjaan Kota Tomohon 2023*.
- Dhyatmika, K. W., & Atmanti, H. D. 2013. *Analisis Ketimpangan Pembangunan*

- Provinsi Banten Pasca Pemekaran. Fakultas Ekonomika dan Bisnis.
- Fajar, M. 2014. *Estimasi PDRB Nominal Tingkat Kecamatan di Kabupaten Waropen*.
- Febrianto, F. H., & Santoso, E. B. 2022. Pengembangan Pusat-Pusat Pertumbuhan di Wilayah Madiun Raya untuk Mengurangi Tingkat Ketimpangan Pendapatan Wilayah. *J. Penataan Ruang*, 17(1), 41.
- Filipus, T., Tondobala, L., & Rengkung, M. M. 2019. Analisis Struktur Ruang Berdasarkan Pusat Pelayanan di Kabupaten Minahasa Utara. *Spasial*, 6(1), 14–23.
- Floerkemeier, M. H., Spatafora, M. N., & Venables, A. 2021. *Regional Disparities, Growth, and Inclusiveness*. Washington: International Monetary Fund.
- Gulo, Y. 2015. Identifikasi Pusat-Pusat Pertumbuhan Dan Wilayah Pendukungnya Dalam Pengembangan Wilayah Kabupaten Nias Identification of Growth and Hinterland In *Widyariset*. core.ac.uk.
- Gunena, A. R., Tilaar, S., & Takumansang, E. D. 2016. Hirarki Wilayah Kota Manado. *SPASIAL*, 3(3), 116–125.
- Gusandra, A., Hidayat, J. T., & Artiningsih, T. P. 2023. Analisis Pemanfaatan Ruang di Kecamatan Bogor Selatan Kota Bogor. *Jurnal Teknik| Majalah Ilmiah Fakultas Teknik UNPAK*, 24(02). <https://doi.org/10.33751/teknik.v24i02.9388>
- Guttman, L. L. 2017. The Basis for Scalogram Analysis. In *Scaling* (pp. 142–171). New York: Routledge.
- Hailudin, H., Fidliyanti, L., & Wijimulawiyani, B. S. 2018. Pusat Pertumbuhan Ekonomi dan Kontribusinya Pada Pengembangan Daerah Pendukung Di Lombok Timur NTB. *Journal of Economics and Business*, 4(2), 34–50.
- Hanum, N. 2018. Pengaruh Pendapatan, Jumlah Tanggungan Keluarga dan Pendidikan terhadap Pola Konsumsi Rumah Tangga Nelayan di Desa Seuneubok Rambong Aceh Timur. *Jurnal Samudra Ekonomika*, 2(1), 75–84. <https://doi.org/10.1234/jse.v2i1.779>
- Harris, F., & Yunani, A. 2019. Analisis Pertumbuhan dan Ketimpangan Regional Antar Kabupaten-Kota di Provinsi Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah Tahun 2010-2016. *JIEP: Jurnal Ilmu Ekonomi Dan Pembangunan*, 2(2), 480–503.
- Ikhsan, F. A. 2019. *Geografi Ekonomi*. Yogyakarta: Ombak.
- Julianto, D., & Mukhtar, R. 2022. Analisis Pengaruh Investasi dan Jumlah Penduduk Yang Bekerja Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Sumatera Barat Tahun 2005-2020. *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmiah Sosial Budaya*, 1(1), 71–80. <https://doi.org/10.47233/jppisb.v1i1.385>
- Kartika, R. 2022. *Analisis Hierarki Wilayah pada Tingkat Kecamatan di Kabupaten Kulon Progo*. eprints.pknstan.ac.id.
- King, L. J. 2020. *Central Place Theory*. West Virginia: Regional Research Institute West Virginia University.
- Kuncoro, M. 1997. *Ekonomi Pembangunan: Teori, Masalah, dan Kebijakan*. Yogyakarta: UPP AMP YKPN.
- Latue, P. C., Manakane, S. E., & Rakuasa, H. 2023. Analisis Perkembangan Kepadatan Permukiman di Kota Ambon Tahun 2013 dan 2023 Menggunakan Metode Kernel Density. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 2(1), 26–34. <https://doi.org/10.56211/blendsains.v2i1.272>
- Mafazy, R. S., Firmansyah, A. W., Delin, A. P., Firdaus, M. S., & Putra, V. M. 2020. *Analisis Transformasi Urban Form Kawasan Permukiman Gerbangkertosusila dengan Landscape Dynamic Typology*.
- Marhamah, S., Canon, S., & Dai, S. I. S. (2023). Analisis Pusat Pertumbuhan Tingkat Kecamatan di Kabupaten Gorontalo. *EKOMBIS REVIEW: Jurnal Ekonomi dan Bisnis*, 11(1), 983-996.

- <https://doi.org/10.37676/ekombis.v1i1.3533>
- Marshall, J. U. 1969. *The Location of Service Towns*. Toronto: University of Toronto Press.
- Mitrică, B., Șerban, P., Mocanu, I., Grigorescu, I., Damian, N., & Dumitrașcu, M. 2020. Social Development and Regional Disparities in The Rural Areas of Romania: Focus on The Social Disadvantaged Areas. *Social Indicators Research*, 152, 67–89. <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02415-7>
- Morrill, R., Gaile, G. L., & Thrall, G. I. 2020. *Spatial Diffusion*. West Virginia: Regional Research Institute, West Virginia University.
- Mudiarta, K. G. 2011. Perspektif dan Peran Sosiologi Ekonomi dalam Pembangunan Ekonomi Masyarakat. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 29(1), 55–66.
- Nainggolan, P. 2013. Analisis Penentuan Pusat-Pusat Pertumbuhan Ekonomi di Kabupaten Simalungun. *Jurnal Ekonomi Dan Keuangan*, 1(12), 15–26.
- Nijman, J., & Wei, Y. D. 2020. Urban Inequalities in The 21st Century Economy. *Applied Geography*, 117, 102188. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2020.102188>
- Pratiwi, M. C. Y. 2017. Efek Limbangan dan Analisis Pusat Pertumbuhan Provinsi Kalimantan Tengah. *Jurnal Kebijakan Pembangunan*, 12(2), 243–263.
- Putra, M. E. 2019. *Analisis Pusat-Pusat Pertumbuhan Wilayah Pesisir di Kabupaten Indragiri Hilir*. Program Studi Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
- Putra, N. A., Badjuri, B., & Anifatul, H. 2017. Penentuan Pusat Pertumbuhan Ekonomi dalam Pengembangan Wilayah di Eks. Karesidenan Besuki. *E-Journal Ekonomi Bisnis Dan Akuntansi*, 4(1), 109–116.
- Reilly, W. J. 1929. Methods for The Study of Retail Relationships. *University of Texas Bulletin*, 2944.
- Rondinelli, D. A. 2019. *Applied Methods of Regional Analysis: The Spatial Dimensions of Development Policy*. New York: Routledge.
- Roy, J. R., & Thill, J. C. 2004. Spatial Interaction Modelling. *Papers in Regional Science*, 83(1), 339–361. <https://doi.org/10.1007/s10110-003-0189-4>
- Saputro, R. 2022. *Identifikasi Tingkat Perkembangan Wilayah dan Sistem Hirarki Perkotaan di Provinsi Bengkulu*. etd.repository.ugm.ac.id.
- Sembiring, Z. R. B., Antara, M., & Dewi, I. A. L. 2021. Analisis Penentuan Pusat Pertumbuhan dalam Pengembangan Wilayah di Kabupaten Karo, Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Agribisnis Dan Agrowisata*, 10(2), 800–810.
- Singarimbun, M., & Effendi, S. 1989. *Metode Penelitian Survei*. Jakarta: LP3ES.
- Sjafrizal. 2012. *Ekonomi Wilayah dan Perkotaan*. PT RajaGrafindo Persada.
- Stigler, S. M. 1981. Gauss and The Invention of Least Squares. *The Annals of Statistics*, 465–474. <https://www.jstor.org/stable/2240811>
- Sukwika, T. 2018. Peran Pembangunan Infrastruktur terhadap Ketimpangan Ekonomi Antarwilayah di Indonesia. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 6(2), 115. <https://doi.org/10.14710/jwl.6.2.115-130>
- Syafi'i, R. A., & Santoso, E. B. 2015. Identifikasi Kemampuan Pelayanan Ekonomi dan Aksesibilitas Pusat Kegiatan Lokal Ngasem di Kabupaten Kediri. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), 17–21.
- Tarigan, R. 2004. *Perencanaan Pembangunan Wilayah*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Tobler, W. 1979. On The First Law of Geography: A Reply. *Annals of the Association of American Geographers*, 94(2), 304–310.

- Ullman, E. L. 2014. *A Theory for the Location of Cities* (pp. 74–83). New York: Routledge.
- Wagey, L. J., Tilaar, S., & Takumansang, E. D. (2023). Sistem Pusat-Pusat Permukiman di Kota Manado Menggunakan Indeks Sentralitas Terbobot. *SPASIAL*. (3), 116-125.
- Wahyudin, Y. 2022. Analisis Desa/Kelurahan Pusat Pertumbuhan Wilayah Sekitar Calon Ibu Kota Negara Indonesia. In *Forum Ekonomi*. core.ac.uk.
- Widodo, S., Murni, M., Manaf, M., Salam, R. A., & Rahayu, U. (2022). Analisis Tingkat Kekotaan Wilayah Kabupaten Sorong Berdasarkan Jumlah Fasilitas Sosial Ekonomi. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 22(3), 428–439.
<https://doi.org/10.35965/eco.v22i3.1769>
- Winarto, H. 2021. Analisis Pusat Pertumbuhan Ekonomi dan Interaksi Spasial di Provinsi Jawa Tengah. *Majalah Imiah Manajemen Dan Bisnis*, 18(2), 9–16.
- Wulandari, N. D., & Setyowati, D. L. (2020). Analisis Pola Persebaran Permukiman Tahun 1998, 2006 Dan 2019 di Kecamatan Gunungpati Kota Semarang. *Geo-Image Journal*, 9(1), 65–71.
<https://doi.org/10.15294/geoimage.v9i1.38644>
- Yasin, H., Hakim, A. R., & Warsito, B. 2020. *Regresi Spasial (Aplikasi dengan R)*. Ponorogo: Wade Group.