Jurnal Plano Buana
Volume 7 Number 1 Tahun 2026, pp. 01-09
ISSN: 2746-2218
Terakreditasi "Peringkat 5" oleh Kemenristek, Nomor SK: 355/DST/D.D1/HM.01.01/2026
Open Access: https://jurnal.unipasby.ac.id/index.php/jurnal_plano_buana/index

Kuantifikasi Kekuatan Interaksi di Kawasan Aglomerasi Sukomoro: Analisis Konektivitas Antar Kecamatan Menggunakan Model Gravitasi dan *Flow Map*

Gloria Aprillianti Suryaretnaningtyas[1], Muhammad Ichsan Hafizh[1], Archangela Armando Girlani Vincentius[1], Nabila Syarani Ruslan[1], Natan Waskito Firtanto[1], Titik Poerwati[1], Kevie Desderius[1,2,3],

[1] Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia
[2] Magister Manajemen Bencana, Sekolah Pascasarjana Universitas Airlangga, Indonesia
[3] Program Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Indonesia

ARTICLE INFO

Article history:
Received March 03, 2026
Revised April 09, 2026
Accepted September 30, 2026
Available online October 31, 2026

Kata Kunci:
Interaksi Keruangan,
Konektivitas,
Kecamatan Sukomoro
Model Gravitasi,
Peta Alir

Keywords:
Gravity Model,
Spatial Interaction,
Flow Map,
Connectivity,
Sukomoro Sub-district

This is an open access article under the CC BY-SA license.

Copyright © 2026 by Author. Published by Universitas PGRI ADI BUANA SURABAYA.

ABSTRAK

Perencanaan infrastruktur di kawasan aglomerasi Sukomoro terkendala oleh belum terukurnya pola interaksi antar kecamatan secara kuantitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengkuantifikasi kekuatan interaksi, mengidentifikasi konektivitas terkuat dan terlemah, serta memvisualisasikan pola spasial yang terbentuk. Metode yang digunakan adalah Model Gravitasi dengan variabel jumlah penduduk sebagai representasi "massa" dan jarak antar kecamatan sebagai "hambatan". Hasil analisis kemudian divisualisasikan menggunakan Peta Alir (Flow Map). Hasil perhitungan menunjukkan interaksi terkuat terjadi antara Kecamatan Sukomoro dan Gondang , sedangkan interaksi terlemah terjadi antara Sukomoro dan Bagor. Pola spasial yang terbentuk bersifat terpusat (centripetal), dengan Sukomoro sebagai inti. Temuan ini dapat menjadi dasar prioritasi pengembangan infrastruktur untuk mengurangi kesenjangan wilayah.

ABSTRACT

Infrastructure planning in the Sukomoro agglomeration area is limited by the unmeasured quantitative interaction patterns between sub-districts. This research aims to quantify the strength of interactions, identify the strongest and weakest connectivity, and visualize the resulting spatial patterns. The method used is the Gravity Model, with population size as a representation of "mass" and inter-sub-district distance as a "friction" variable. The analysis results were then visualized using a Flow Map. The analysis showed the strongest interaction occured between Sukomoro and Gondang, while the weakest interaction occured between Sukomoro and Bagor. The resulting spatial pattern was centripetal, with Sukomoro as the core. These findings can serve as a basis for prioritizing infrastructure development to reduce regional disparities.

Corresponding author.
E-mail addresses: desderiuskevie@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Studi geografi modern dan perencanaan wilayah telah mengalami pergeseran paradigma, dari penekanan pada karakteristik fisik semata menuju pemahaman yang lebih komprehensif terhadap hubungan spasial dan fungsional antar wilayah [1]. Dalam konteks ini, Analisis Interaksi Keruangan (AIK) menjadi landasan penting untuk memahami dinamika pergerakan manusia, barang, dan informasi [2]. Pemahaman terhadap pola interaksi ini merupakan prasyarat utama dalam merancang infrastruktur yang efisien, mengoptimalkan pelayanan publik, serta merumuskan kebijakan pembangunan yang berkelanjutan [3]. Tanpa analisis yang mendalam, kebijakan tata ruang berisiko menimbulkan inefisiensi sistemik dan memperlebar kesenjangan antar wilayah [4].

Salah satu contoh nyata kompleksitas interaksi keruangan dapat ditemukan di kawasan aglomerasi sekitar Kecamatan Sukomoro, Kabupaten Nganjuk. Kawasan ini menunjukkan karakteristik pusat aktivitas yang dominan, di mana Sukomoro berperan sebagai wilayah tujuan utama bagi kecamatan-kecamatan sekitarnya seperti Bagor, Rejoso, dan Gondang. Konsentrasi aktivitas ekonomi, sosial, dan pelayanan publik di Sukomoro membentuk jaringan mobilitas harian yang intensif, dengan implikasi langsung terhadap beban infrastruktur transportasi dan struktur spasial kawasan perkotaan.

Permasalahan utama yang muncul adalah bagaimana mengukur kekuatan hubungan antar wilayah secara empiris. Dalam praktik perencanaan, banyak keputusan terkait pengembangan infrastruktur dan penetapan pusat pertumbuhan masih bersifat intuitif [5]. Padahal, untuk menciptakan sistem wilayah yang efisien dan berkeadilan, diperlukan data kuantitatif sebagai baseline untuk mengidentifikasi koridor interaksi yang kuat maupun yang lemah. Ketiadaan data ini menjadi hambatan dalam upaya optimalisasi konektivitas dan pemerataan pembangunan di kawasan aglomerasi Sukomoro.

Untuk menjawab tantangan tersebut, AIK menawarkan pendekatan teoretis yang berfokus pada tiga dimensi utama: jarak (*distance*), keterkaitan (*interaction*), dan pergerakan (*movement*) [6] [7]. Analisis ini bertujuan mengidentifikasi kondisi aktual dan menelaah hubungan antar unit keruangan [8]. Teori-teori klasik seperti yang dikemukakan oleh Ullman (1980) dan Haggett (1975) menyoroti mekanisme interaksi melalui prinsip saling melengkapi (*complementarity*), transferabilitas (*transferability*), dan minimnya peluang antara (*intervening opportunities*) [9] [10].

Dalam mengkuantifikasi mekanisme tersebut, Model Gravitasi menjadi pendekatan yang paling mendasar dan telah banyak digunakan [11]. Model ini mengadaptasi prinsip Hukum Gravitasi Newton untuk memprediksi arus pergerakan, dengan asumsi bahwa kekuatan interaksi berbanding lurus dengan "massa" wilayah (misalnya jumlah penduduk) dan berbanding terbalik dengan jarak atau hambatan [12]. Berry dan Parr (1988) mengonfirmasi bahwa kesediaan individu untuk berinteraksi menurun seiring bertambahnya jarak, yang dikenal sebagai konsep *distance decay* [13].

Model Gravitasi telah diterapkan dalam berbagai konteks, mulai dari analisis perdagangan, migrasi, hingga mobilitas komuter. Penelitian terdahulu menunjukkan relevansi model ini dalam menelaah hubungan antar unit keruangan, dengan penekanan pada aksesibilitas dan hambatan. Dalam praktik perencanaan, model ini digunakan untuk mengevaluasi efisiensi jaringan distribusi dan mengidentifikasi potensi klasterisasi industri [14]. Perkembangan mutakhir tidak hanya berfokus pada perhitungan kuantitatif, tetapi juga pada visualisasi data spasial.

Visualisasi melalui Peta Alir (*Flow Map*) memainkan peran penting dalam menyampaikan hasil analisis secara intuitif [15]. Flow map mampu mengubah data numerik dari model gravitasi menjadi representasi visual yang mudah dipahami, dengan penggunaan simbol garis yang bervariasi ketebalannya untuk menunjukkan intensitas interaksi [16]. Integrasi antara Model Gravitasi dan Flow Map menghasilkan sistem pendukung keputusan (*decision support system*) yang kuat bagi perencana wilayah [17].

Meskipun Model Gravitasi telah banyak digunakan, terdapat celah penelitian dalam penerapannya secara spesifik di kawasan aglomerasi Sukomoro. Penelitian sebelumnya cenderung berfokus pada skala regional yang lebih luas atau menggunakan variabel massa yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengkuantifikasi interaksi antar kecamatan secara lokal, dengan menggunakan jumlah penduduk sebagai proksi massa dan jarak geografis sebagai hambatan, guna menghasilkan baseline data yang esensial.

Berdasarkan latar belakang dan celah tersebut, pendekatan yang diusulkan adalah pengumpulan data jumlah penduduk dan jarak antar kecamatan, penghitungan potensi interaksi menggunakan rumus gravitasi, serta pemetaan hasilnya dalam bentuk flow map. Tujuan penelitian ini dirumuskan dalam tiga poin utama: (1) menerapkan Model Gravitasi untuk menghitung potensi interaksi spasial antara

Kecamatan Sukomoro sebagai pusat dengan Kecamatan Bagor, Rejoso, dan Gondang; (2) mengidentifikasi secara kuantitatif pasangan kecamatan dengan tingkat interaksi tertinggi dan terendah; dan (3) memvisualisasikan hasil perhitungan ke dalam flow map yang informatif.

Tujuan ketiga sekaligus menjadi pengembangan utama dari analisis ini, karena tidak hanya menyajikan angka, tetapi juga menginterpretasikan pola spasial yang terbentuk, seperti struktur centripetal atau pusat-pinggiran. Kontribusi praktis dari penelitian ini adalah menyediakan bukti empiris bagi perencana wilayah di Kabupaten Nganjuk untuk memprioritaskan pengembangan infrastruktur transportasi pada koridor interaksi yang kuat, serta merumuskan kebijakan peningkatan konektivitas pada koridor yang masih lemah.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Tahapan Dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan menerapkan metode analisis gravitasi untuk mengkaji tingkat interaksi keruangan antar kecamatan di Kabupaten Nganjuk. Pendekatan ini dipilih karena mampu menggambarkan secara objektif seberapa kuat hubungan antar wilayah berdasarkan besaran populasi dan jarak antar pusat kegiatan. Jenis penelitian yang digunakan bersifat deskriptif-analitis, yang berarti tidak hanya berfokus pada pemaparan kondisi eksisting, tetapi juga berupaya menjelaskan hubungan spasial dan pola keterkaitan fungsional antar wilayah berdasarkan data empiris. Tahapan awal penelitian dimulai dengan identifikasi masalah dan perumusan tujuan penelitian, agar analisis yang dilakukan memiliki arah dan sasaran yang jelas sesuai dengan konteks wilayah yang diteliti.

Selanjutnya, proses penelitian dilanjutkan dengan pengumpulan data sekunder yang relevan, meliputi data jumlah penduduk, jarak antar kecamatan, serta peta administrasi Kabupaten Nganjuk yang diperoleh dari sumber resmi seperti Badan Pusat Statistik (BPS) dan instansi pemerintah daerah. Setelah data terkumpul, dilakukan pengolahan dan analisis menggunakan perangkat lunak ArcGIS untuk pemetaan spasial dan Microsoft Excel untuk perhitungan nilai interaksi gravitasi antar kecamatan. Hasil perhitungan kemudian divisualisasikan dalam bentuk peta aliran (flow map) untuk menunjukkan arah dan intensitas hubungan antar wilayah. Tahap akhir penelitian meliputi interpretasi hasil analisis dan penarikan kesimpulan, yang bertujuan untuk menjelaskan pola keterkaitan antar kecamatan serta memberikan gambaran mengenai potensi pengembangan wilayah di Kabupaten Nganjuk.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai sumber resmi dan terpercaya. Data jumlah penduduk tiap kecamatan diperoleh dari publikasi Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Nganjuk tahun terbaru, sedangkan data jarak antar kecamatan dihitung melalui analisis spasial menggunakan perangkat lunak ArcGIS. Perhitungan jarak dilakukan berdasarkan koordinat titik pusat (centroid) masingmasing kecamatan menggunakan sistem koordinat Universal Transverse Mercator (UTM). Teknik pengumpulan data ini dipilih karena mampu menghasilkan informasi yang akurat, efisien, dan mudah diolah lebih lanjut. Selain itu, pengolahan data spasial di *software* ArcGIS memungkinkan analisis dilakukan secara objektif dengan mempertimbangkan aspek geografis wilayah secara menyeluruh.

2.3 Variabel

Penelitian ini menggunakan dua variabel utama, yaitu jumlah penduduk dan jarak antarwilayah. Jumlah penduduk berfungsi sebagai indikator "massa" atau daya tarik suatu wilayah terhadap aktivitas sosial dan ekonomi, sedangkan jarak antarwilayah berfungsi sebagai faktor penghambat (*friction of distance*) dalam hubungan spasial. Variabel jumlah penduduk mencerminkan potensi aktivitas wilayah, di mana semakin besar populasinya, semakin tinggi pula kemungkinan terjadinya interaksi. Sebaliknya, jarak mencerminkan hambatan dalam mobilitas antarwilayah, karena semakin jauh jarak antar dua lokasi, semakin rendah intensitas interaksinya. Pemilihan kedua variabel ini didasarkan pada prinsip dasar model gravitasi yang menyatakan bahwa interaksi antar wilayah berbanding lurus dengan ukuran massa (populasi) dan berbanding terbalik dengan kuadrat jarak yang memisahkan keduanya.

2.4 Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan model gravitasi, yang secara matematis dirumuskan sebagai:

$$I_{\{ij\}} = k \frac{P_i \times P_j}{D^2_{\{ij\}}}$$

Keterangan:
Iij: Interaksi antara wilayah i dan wilayah j
Pi: Jumlah penduduk atau massa wilayah i
Pj: Jumlah penduduk atau massa wilayah j
Dij: Jarak antara wilayah i dan wilayah j
k: Konstanta gravitasi (konstanta empiris)

Perhitungan dilakukan menggunakan Microsoft Excel dengan memasukkan data jumlah penduduk dan jarak antar kecamatan ke dalam tabel, kemudian mengaplikasikan rumus tersebut untuk menghitung nilai interaksi. Hasil perhitungan disusun dalam bentuk matriks interaksi yang memperlihatkan besarnya hubungan antar kecamatan. Selanjutnya, nilai interaksi divisualisasikan menggunakan peta aliran (*flow map*) pada ArcGIS, sehingga pola hubungan spasial antar wilayah dapat terlihat secara jelas. Analisis ini membantu mengidentifikasi wilayah dengan interaksi tertinggi serta memahami struktur keterkaitan spasial antar kecamatan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perhitungan Model Gravitasi

Bagian ini menjelaskan hasil dari proses perhitungan model gravitasi antar kecamatan. Perhitungan dilakukan dengan memasukkan data jumlah penduduk dari masing-masing kecamatan serta jarak antar wilayah. Dengan menggunakan formula gravitasi, setiap pasangan wilayah menghasilkan nilai yang menunjukkan tingkat kekuatan interaksi. Nilai gravitasi yang lebih besar menandakan hubungan antar wilayah tersebut semakin kuat, baik dari segi mobilitas penduduk maupun pertukaran aktivitas ekonomi [18].

Secara umum, hasil perhitungan ini menggambarkan kondisi nyata hubungan antar kecamatan di sekitar Sukomoro. Kecamatan dengan jarak yang lebih dekat dan jumlah penduduk lebih besar cenderung memiliki interaksi yang lebih kuat dibandingkan kecamatan yang lebih jauh atau memiliki penduduk lebih sedikit. Berikut adalah hasil dari perhitungn analisis interksi keruangan atau analisis gravitasi.

Tabel 1. Hasil Analisis Gravitasi

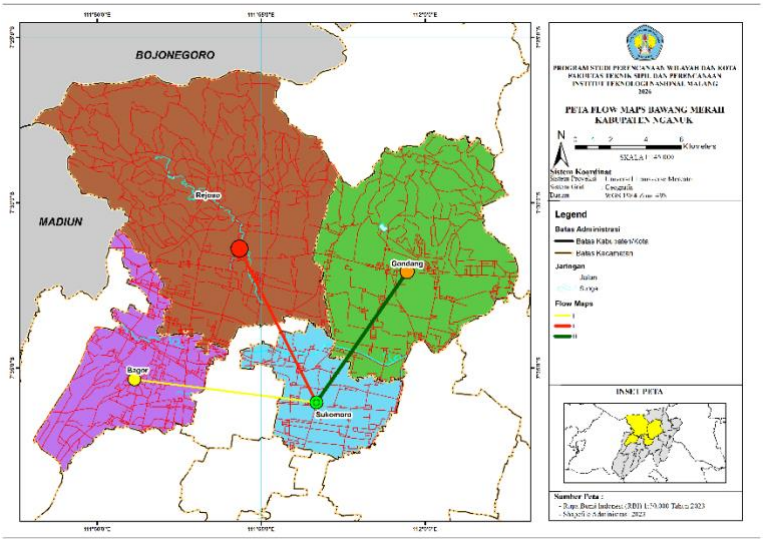
Nama Kecamatan	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Jarak Asal Ke Tujuan (Km)	Hasil Analisis Gravitasi
Sukomoro	48.580		
Bagor	63.867	12	21.546.242,08
Rejoso	74.266	13	28.065.956,34
Gondang	57.651	12	29.732.702,54

Hasil analisis gravitasi menunjukkan bahwa tingkat interaksi antar Kecamatan Sukomoro dengan kecamatan sekitarnya dipengaruhi oleh jumlah penduduk dan jarak antar wilayah. Kecamatan Gondang memiliki nilai gravitasi tertinggi sebesar 29.732.702,54, diikuti oleh Rejoso sebesar 28.065.956,34, dan Bagor sebesar 21.546.242,08. Hal ini menunjukkan bahwa potensi interaksi antara Sukomoro dan Gondang paling kuat dibanding dua kecamatan lainnya. Meskipun jarak Gondang ke Sukomoro sama dengan Bagor (12 km), jumlah penduduk Gondang yang cukup besar (57.651 jiwa) meningkatkan daya tarik interaksi tersebut.

Sementara itu, Rejoso memiliki nilai gravitasi yang tinggi meskipun jaraknya sedikit lebih jauh (13 km), berkat jumlah penduduk yang besar (74.266 jiwa). Sebaliknya, Bagor menunjukkan nilai interaksi paling rendah karena penduduknya relatif lebih sedikit dibanding Gondang dan Rejoso. Secara umum, hasil ini menggambarkan bahwa jumlah penduduk berperan lebih dominan dibanding jarak dalam menentukan kuatnya hubungan antar wilayah. Dengan kata lain, semakin besar populasi suatu kecamatan, semakin tinggi pula intensitas interaksinya terhadap pusat kegiatan seperti Sukomoro.

3.2 Flow Maps

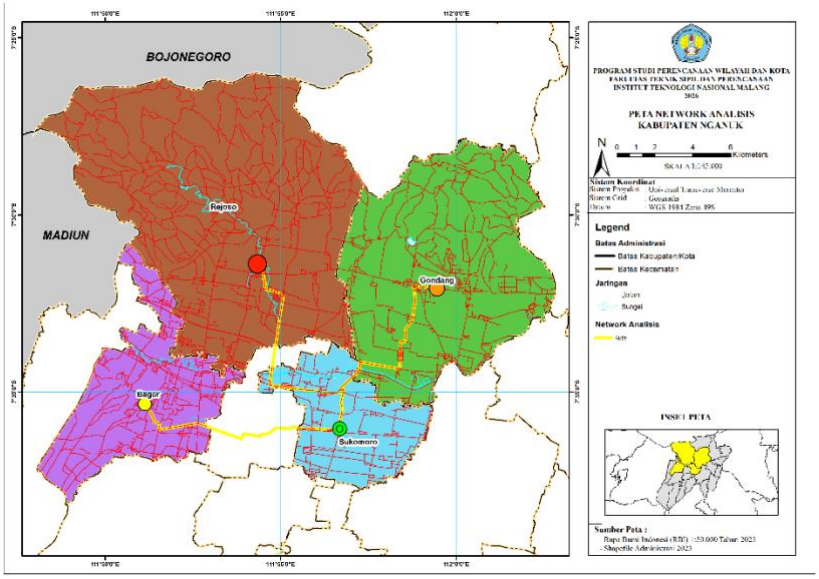
Interaksi keruangan antarwilayah pada dasarnya merupakan manifestasi dari pergerakan manusia, barang, dan informasi yang dapat dipetakan untuk memahami struktur ketergantungan antar-node dalam suatu sistem wilayah [19]. Berdasarkan hasil analisis dan visualisasi *flow map*, terlihat bahwa Kecamatan Sukomoro menempati posisi strategis sebagai pusat aktivitas utama yang menjadi titik konsentrasi interaksi antarwilayah di sekitarnya. Pola hubungan yang terbentuk menunjukkan karakter pusat–pinggiran (*center–hinterland*), di mana Sukomoro berperan sebagai simpul kegiatan ekonomi, sosial, dan pelayanan publik, sementara Bagor, Rejoso, dan Gondang berfungsi sebagai wilayah penyangga. Dari ketiga kecamatan tersebut, Gondang memiliki nilai interaksi tertinggi dengan Sukomoro, ditunjukkan oleh ketebalan garis penghubung yang paling besar. Kondisi ini mengindikasikan adanya hubungan fungsional yang kuat antara kedua wilayah, didorong oleh jarak yang relatif dekat (12 km) dan kesamaan struktur ekonomi yang memudahkan mobilitas penduduk dan distribusi kegiatan ekonomi.



Gambar 1. Peta Hasil Analisis Gravitasi
Sumber: Hasil Analisis, 2025

Kecamatan Rejoso menunjukkan interaksi menengah dengan Sukomoro. Walaupun memiliki jumlah penduduk yang besar, jarak yang sedikit lebih jauh (13 km) dan perbedaan orientasi ekonomi menyebabkan intensitas interaksinya tidak sekuat Gondang. Hubungan antara kedua wilayah ini bersifat komplementer, di mana Rejoso dapat berperan sebagai wilayah pendukung aktivitas ekonomi Sukomoro, namun tidak sepenuhnya bergantung padanya. Sebaliknya, Bagor memiliki tingkat interaksi paling lemah, ditunjukkan oleh garis paling tipis dalam flow map. Faktor penyebabnya antara lain orientasi ekonomi yang cenderung mandiri, jarak yang tidak lebih dekat dari Gondang, serta kondisi infrastruktur dan jaringan transportasi yang mungkin kurang mendukung kelancaran interaksi antar wilayah.

Secara keseluruhan, pola interaksi yang tergambar menegaskan bahwa Sukomoro berfungsi sebagai pusat gravitasi wilayah dengan tingkat dominasi yang cukup tinggi terhadap kecamatan sekitarnya. Fenomena ini memperlihatkan struktur ruang yang masih terpusat, di mana sebagian besar aktivitas dan arus interaksi berfokus pada satu titik utama. Hasil ini juga memperkuat relevansi model gravitasi dalam menjelaskan keterkaitan spasial antar wilayah, di mana jarak dan jumlah penduduk menjadi faktor utama yang memengaruhi kekuatan interaksi. Oleh karena itu, temuan ini penting sebagai dasar bagi perencanaan pengembangan wilayah, terutama untuk meningkatkan konektivitas antar kecamatan, pemerataan infrastruktur, serta pembentukan jaringan wilayah yang lebih seimbang dan berkelanjutan.



Gambar 2. Peta Hasil Network Analysis
Sumber: Hasil Analisis, 2025

Kecamatan Rejoso menunjukkan interaksi menengah dengan Sukomoro. Walaupun memiliki jumlah penduduk yang besar, jarak yang sedikit lebih jauh (13 km) dan perbedaan orientasi ekonomi menyebabkan intensitas interaksinya tidak sekuat Gondang. Hubungan antara kedua wilayah ini bersifat komplementer, di mana Rejoso dapat berperan sebagai wilayah pendukung aktivitas ekonomi Sukomoro, namun tidak sepenuhnya bergantung padanya. Sebaliknya, Bagor memiliki tingkat interaksi paling lemah, ditunjukkan oleh garis paling tipis dalam *flow map*. Faktor penyebabnya antara lain orientasi ekonomi yang cenderung mandiri, jarak yang tidak lebih dekat dari Gondang, serta kondisi infrastruktur dan jaringan transportasi yang mungkin kurang mendukung kelancaran interaksi antar wilayah.

Secara keseluruhan, pola interaksi yang tergambar menegaskan bahwa Sukomoro berfungsi sebagai pusat gravitasi wilayah dengan tingkat dominasi yang cukup tinggi terhadap kecamatan sekitarnya. Fenomena ini memperlihatkan struktur ruang yang masih terpusat, di mana sebagian besar aktivitas dan arus interaksi berfokus pada satu titik utama. Hasil ini juga memperkuat relevansi model gravitasi dalam menjelaskan keterkaitan spasial antar wilayah, di mana jarak dan jumlah penduduk menjadi faktor utama yang memengaruhi kekuatan interaksi. Oleh karena itu, temuan ini penting sebagai dasar bagi perencanaan pengembangan wilayah, terutama untuk meningkatkan konektivitas antar kecamatan, pemerataan infrastruktur, serta pembentukan jaringan wilayah yang lebih seimbang dan berkelanjutan.

3.3 Faktor Interaksi Antar Wilayah

Secara teoretis, kekuatan hubungan timbal balik antara dua wilayah ditentukan oleh besarnya massa serta hambatan ruang yang memisahkan keduanya [20], sebagaimana prinsip dasar teori gravitasi dalam analisis keruangan. Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat interaksi antar kecamatan sangat dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu jumlah penduduk dan jarak antar wilayah. Jumlah penduduk menjadi indikator penting karena mencerminkan potensi aktivitas serta mobilitas penduduk di suatu daerah. Semakin banyak jumlah penduduk, maka semakin tinggi pula peluang terjadinya hubungan ekonomi, sosial, maupun budaya antar wilayah. Hal ini menunjukkan bahwa kepadatan penduduk menjadi pendorong utama terbentuknya jaringan aktivitas yang lebih luas antar kecamatan.

Di sisi lain, jarak antar wilayah memiliki pengaruh yang berlawanan terhadap intensitas interaksi. Semakin jauh jarak antar kecamatan, maka semakin rendah pula tingkat interaksi yang terjadi. Faktor jarak ini menambah waktu tempuh, biaya transportasi, dan hambatan mobilitas, sehingga masyarakat cenderung melakukan aktivitas dalam wilayah yang lebih dekat. Akibatnya, daerah yang berdekatan secara geografis akan lebih mudah menjalin hubungan sosial maupun ekonomi dibandingkan wilayah yang letaknya berjauhan.

Berdasarkan hasil penelitian, Kecamatan Gondang menunjukkan tingkat interaksi paling kuat dengan Kecamatan Sukomoro. Hal ini disebabkan oleh letak geografis yang berdekatan serta jumlah

penduduk yang relatif besar di kedua kecamatan tersebut. Kedekatan ini memudahkan pergerakan penduduk dan arus barang maupun jasa, sehingga memperkuat hubungan fungsional antar wilayah. Sebaliknya, Kecamatan Bagor memiliki nilai interaksi paling kecil karena jaraknya yang lebih jauh dari pusat aktivitas serta jumlah penduduk yang tidak sebesar kecamatan lain.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa jarak dan jumlah penduduk merupakan dua faktor kunci yang menentukan kuat atau lemahnya interaksi antar wilayah. Kedua faktor ini saling berkaitan dan secara bersamaan membentuk pola keterkaitan spasial antar kecamatan. Pemahaman terhadap kedua faktor ini penting dalam perencanaan wilayah, karena dapat menjadi dasar dalam pengembangan infrastruktur, pemerataan pelayanan publik, serta strategi peningkatan konektivitas antar kawasan.

3.4 Pola Interaksi dan Implikasinya Terhadap Pengembangan Wilayah

Pengembangan wilayah yang terintegrasi sangat bergantung pada mekanisme *trickling-down effect*, di mana keberadaan pusat pertumbuhan mampu menciptakan arus sirkulasi sumber daya yang memperkuat keterkaitan fungsional dengan wilayah di belakangnya (*hinterland*) [21]. Hasil analisis menunjukkan adanya pola interaksi yang cukup menarik antara wilayah pusat dan wilayah sekitarnya. Kecamatan Sukomoro muncul sebagai pusat aktivitas yang memiliki tingkat interaksi paling kuat dengan Kecamatan Gondang dan Rejoso. Hubungan yang erat ini mencerminkan adanya keterkaitan sosial-ekonomi yang intens antara ketiga wilayah tersebut. Bentuk interaksi dapat dilihat melalui aktivitas perdagangan harian, mobilitas tenaga kerja, dan hubungan sosial masyarakat yang saling bergantung. Hal ini menunjukkan bahwa Sukomoro berperan sebagai simpul utama dalam sistem jaringan antar kecamatan, yang menandakan adanya kecenderungan konsentrasi kegiatan ekonomi di wilayah tersebut.

Sementara itu, Kecamatan Bagor memperlihatkan tingkat interaksi yang relatif rendah dibandingkan kecamatan lainnya. Kondisi ini dapat disebabkan oleh faktor jarak geografis yang lebih jauh, keterbatasan sarana transportasi, maupun kurangnya aktivitas ekonomi yang bersifat lintas wilayah. Rendahnya interaksi ini tidak selalu menunjukkan kelemahan, melainkan bisa menjadi peluang strategis bagi pemerintah daerah untuk meningkatkan konektivitas antar kawasan. Upaya seperti peningkatan kualitas infrastruktur jalan, penambahan rute transportasi umum, serta penguatan kegiatan ekonomi bersama dapat menjadi solusi untuk mendorong integrasi wilayah dan pemerataan pembangunan.

Dari sisi perencanaan wilayah, hasil analisis gravitasi dapat dijadikan sebagai dasar dalam menentukan arah dan prioritas kebijakan pembangunan. Wilayah dengan tingkat interaksi tinggi seperti Sukomoro–Gondang dan Sukomoro–Rejoso dapat difungsikan sebagai koridor pertumbuhan ekonomi, karena potensi mobilitas dan pertukaran sumber daya di wilayah ini cukup besar. Pemerintah daerah dapat memusatkan pengembangan kegiatan ekonomi produktif, peningkatan layanan publik, serta fasilitas pendukung di sepanjang koridor tersebut untuk memperkuat fungsi pusat pertumbuhan.

Sebaliknya, wilayah dengan interaksi rendah seperti Bagor dapat difokuskan pada strategi peningkatan aksesibilitas dan pemerataan fasilitas publik. Pendekatan ini bertujuan agar setiap kecamatan memiliki peluang yang sama dalam berpartisipasi pada dinamika pembangunan regional. Dengan demikian, pola interaksi antar wilayah dapat dikelola secara seimbang—daerah dengan interaksi tinggi menjadi penggerak utama ekonomi lokal, sedangkan daerah dengan interaksi rendah memperoleh dorongan melalui peningkatan konektivitas dan infrastruktur. Strategi ini diharapkan mampu menciptakan struktur wilayah yang lebih terpadu dan berkeadilan, serta memaksimalkan potensi yang dimiliki oleh setiap kecamatan.

3.5 Identifikasi Intensitas Interaksi Tertinggi dan Terendah

Kekuatan interaksi spasial merupakan fungsi dari massa demografis yang berbanding terbalik dengan hambatan jarak, di mana nilai intensitas yang dihasilkan mencerminkan efisiensi pergerakan antar-simpul dalam suatu sistem keruangan [22]. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa interaksi tertinggi terjadi antara Kecamatan Sukomoro dan Kecamatan Gondang, dengan nilai gravitasi sebesar 29.732.702,54. Nilai yang tinggi ini mengindikasikan adanya tingkat keterhubungan yang sangat kuat antara kedua wilayah tersebut. Faktor utama yang memengaruhi besarnya nilai interaksi ini adalah kedekatan jarak geografis dan jumlah penduduk yang cukup besar di masing-masing kecamatan. Kondisi tersebut memungkinkan terjadinya mobilitas penduduk yang tinggi, baik dalam bentuk aktivitas ekonomi, sosial, maupun budaya.

Kedekatan antara Sukomoro dan Gondang mendorong masyarakat di kedua wilayah untuk sering melakukan aktivitas bersama, seperti perdagangan barang dan jasa, akses terhadap fasilitas

pendidikan, serta perjalanan untuk bekerja. Arus lalu lintas dan pertukaran kegiatan ekonomi yang intens menciptakan hubungan fungsional yang saling menguntungkan. Selain itu, pola interaksi ini juga menunjukkan adanya ketergantungan ekonomi dan sosial antar kecamatan yang dapat memperkuat integrasi wilayah dalam skala lokal.

Sebaliknya, hasil analisis menunjukkan bahwa interaksi terendah terdapat antara Kecamatan Sukomoro dan Kecamatan Bagor, dengan nilai gravitasi sebesar 21.546.242,08. Rendahnya nilai ini dapat disebabkan oleh jarak antar wilayah yang lebih jauh atau tingkat aktivitas ekonomi yang lebih rendah dibandingkan kecamatan lainnya. Jarak yang jauh menimbulkan hambatan dalam mobilitas penduduk, sementara keterbatasan kegiatan ekonomi lintas wilayah mengurangi frekuensi interaksi sosial dan perdagangan. Namun demikian, meskipun nilainya rendah, interaksi ini tetap menunjukkan adanya hubungan fungsional, hanya saja intensitasnya tidak sekuat wilayah lain yang lebih berdekatan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa jarak dan jumlah penduduk merupakan dua faktor dominan yang menentukan tingkat interaksi antar kecamatan. Semakin dekat jarak antar wilayah dan semakin besar jumlah penduduknya, maka semakin tinggi pula potensi terjadinya kegiatan sosial ekonomi di antara keduanya. Oleh karena itu, pemahaman terhadap pola interaksi ini penting dalam perencanaan wilayah, khususnya untuk mengoptimalkan konektivitas antar kecamatan, memperkuat pusat-pusat pertumbuhan, serta mewujudkan pemerataan pembangunan di seluruh kawasan penelitian.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa besarnya tingkat interaksi antar wilayah dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu jumlah penduduk dan jarak antar kecamatan. Kecamatan Sukomoro berperan sebagai pusat kegiatan utama (*center*) yang memiliki tingkat interaksi paling kuat dengan Kecamatan Gondang, diikuti oleh Kecamatan Rejoso, sedangkan interaksi terendah terjadi antara Sukomoro dan Kecamatan Bagor. Hal ini menunjukkan bahwa kedekatan jarak dan besarnya jumlah penduduk memiliki korelasi positif terhadap intensitas interaksi keruangan antar wilayah.

Secara spasial, pola interaksi yang terbentuk menunjukkan struktur ruang yang bersifat terpusat (*centripetal*), di mana aktivitas sosial, ekonomi, dan mobilitas masyarakat cenderung terkonsentrasi di Kecamatan Sukomoro sebagai pusat gravitasi wilayah. Sementara itu, kecamatan lainnya berperan sebagai hinterland yang mendukung berbagai aktivitas ekonomi dan sosial di pusat wilayah tersebut. Dengan demikian, faktor jarak dan potensi penduduk dapat dikatakan sebagai determinan utama dalam membentuk intensitas interaksi dan pola keterkaitan antar kecamatan di kawasan penelitian.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya ucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat baik dalam proses penyusunan maupun yang membimbing hingga sampai di titik ini untuk layak publish semoga dalam penelitian ini dapat bermanfaat dan berguna bagi yang membaca.

DAFTAR PUSTAKA

[1]. F. A. Ikhsan, S. Utaya, S. Bachri, A. Sugiarto, and A. E. Sejati, “Paradigma Filsafat Geografi Kontemporer: Kajian Ontologi, Epistemologi, Aksiologi, dan Keterampilan Sainstik,” Majalah Geografi Indonesia, vol. 38, no. 1, 2024.

[2]. N. Abdullah, N. Syam, and F. Surur, “Analisis Interaksi Keruangan dalam Mendukung Optimalisasi Pengembangan Potensi Wilayah Kepulauan,” Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, vol. 5, no. 1, pp. 55–64, 2021.

[3]. A. W. Purwita, R. Rustiyana, L. Judijanto, E. Tantrisna, M. C. Sjioen, F. Abdillah, and J. N. Tedja, Smart City: Konsep Dasar dalam Penerapan Sistem Perkotaan Berkelanjutan. Malang, Indonesia: PT. Sonpedia Publishing Indonesia, 2025.

[4]. Y. Arifin, “POLICY PAPER: Strategi Penataan Ruang dan Perumahan di Kabupaten Konawe: Tantangan dan Peluang,” Jurnal Intelek dan Cendikiawan Nusantara, vol. 2, no. 1, pp. 640–654, 2025.

[5]. Z. Nurhikmah, M. Manaf, and K. Aksa, “Penilaian Kesesuaian Kegiatan Pembangunan Infrastruktur Terhadap Pemanfaatan Ruang Kota Sofifi Provinsi Maluku Utara,” Urban and Regional Studies Journal, vol. 7, no. 2, pp. 146–156, 2025.

[6]. R. Su, S. Dodge, and K. Goulias, “A classification framework and computational methods for human interaction analysis using movement data,” Transactions in GIS, vol. 26, no. 4, pp. 1665–1682, 2022.
[7]. T. M. Oshan, “The spatial structure debate in spatial interaction modeling: 50 years on,” Progress in Human Geography, vol. 45, no. 5, pp. 925–950, 2021.
[8]. C. Cheng, F. Zhang, J. Shi, and H. T. Kung, “What is the relationship between land use and surface water quality? A review and prospects from remote sensing perspective,” Environmental Science and Pollution Research, vol. 29, no. 38, pp. 56887–56907, 2022.
[9]. E. Ségard, P. Chervin, and L. Cambon, “Framework to support the transfer of innovative interventions in the disability field: Lessons from the transferability of complex interventions in public health: A review,” Disabilities, vol. 4, no. 3, pp. 724–740, 2024.
[10]. E. Bacon, M. D. Williams, and G. H. Davies, “On the combinatory nature of knowledge transfer conditions: A mixed method assessment,” Information Systems Frontiers, vol. 25, no. 3, pp. 1039–1061, 2023.
[11]. D. Handoko, A. D. Hariyanto, H. Adityasna, and F. Afrianto, “Spatial analysis of tourism economic networks in East Java: A modified gravity model approach with big data integration,” East Java Economic Journal, vol. 9, no. 2, pp. 185–211, 2025.
[12]. P. Nijkamp and W. Ratajczak, “Gravitational analysis in regional science and spatial economics: A vector gradient approach to trade,” International Regional Science Review, vol. 44, no. 3–4, pp. 400–431, 2021.
[13]. Y. Zhang, C. Cui, X. Lao, and J. Shen, “Multidimensional distance with hometown versus university: Which matters more in Chinese university graduate migration?,” Population, Space and Place, vol. 31, no. 8, p. e70119, 2025.
[14]. M. Hossain, R. Al Aziz, C. L. Karmaker, B. Debnath, A. M. Bari, and A. R. M. T. Islam, “Exploring the barriers to implement industrial symbiosis in the apparel manufacturing industry: Implications for sustainable development,” Heliyon, vol. 10, no. 13, 2024.
[15]. E. H. Korkut and E. Surer, “Visualization in virtual reality: A systematic review,” Virtual Reality, vol. 27, no. 2, pp. 1447–1480, 2023.
[16]. K. Laporte, Exploring the Potential of an Interactive Geoscience Teaching Application for Dynamically Visualizing 3D Terrain in Undergraduate Classrooms, Master’s thesis, Queen’s University (Canada), 2022.
[17]. A L. T. Rohmah, F. Ferdiansyah, and M. R. Yanuar, “Analisis kerentanan banjir di Kota Tangerang menggunakan data geospasial terbuka: Integrasi topografi visual, jaringan sungai, dan penggunaan lahan untuk mendukung pengambilan keputusan tata ruang,” SAINSTECH: Jurnal Penelitian dan Pengkajian Sains dan Teknologi, vol. 35, no. 2, pp. 58–68, 2025.
[18]. B. P. Purnawirawan and N. Nasruddin, "Penentuan Pusat-Pusat Pertumbuhan Untuk Pengembangan Wilayah Hinterland Kota Banjarbaru," Geosfera: Jurnal Penelitian Geografi, vol. 4, no. 2, pp. 518-530, 2025.
[19]. W. T. Aripin, "Rantai Pasok Pemetaan obyek destinasi wisata di kabupaten tasikmalaya menggunakan network analisis dan geographic information system," Jurnal Industrial Galuh, vol. 7, no. 2, pp. 100-108, 2025.
[20]. N. Abdullah, N. Syam, and F. Surur, "Analisis Interaksi Keruangan dalam Mendukung Optimalisasi Pengembangan Potensi Wilayah Kepulauan," Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, vol. 5, no. 1, pp. 55-64, 2021.
[21]. I. Ashari, "Pengaruh-Spasial Indeks Pembangunan Manusia di Provinsi Sulawesi Selatan," Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin, 2023.
[22]. Y. Cao, Z. Hua, T. Chen, X. Li, H. Li, and D. Tao, "Understanding population movement and the evolution of urban spatial patterns: An empirical study on social network fusion data," Land Use Policy, vol. 125, p. 106454, 2023.