

PENGUKURAN SPASIAL *URBAN SPRAWL* DI KOTA MALANG MENGUNAKAN *SHANNON'S ENTROPY*

(*SPATIAL MEASUREMENT OF URBAN SPRAWL IN MALANG CITY USING SHANNON ENTROPY*)

Salsha Firsty Agustina, Yori Herwangi

Magister Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika No.2, Sekip, Yogyakarta, 55281, Indonesia
Email: salshafirstyagustina@ugm.ac.id

Diterima: 4 April 2023; Direvisi: 18 Mei 2023; Disetujui: 24 Mei 2023

ABSTRAK

Urban sprawl merupakan fenomena perkembangan wilayah dengan kepadatan rendah yang berada di wilayah pinggiran kota karena keterbatasan ruang yang tersedia di pusat kota. Adanya indikasi fenomena penjalaran fisik kekotaan di Kota Malang dilihat dari pembangunan perumahan-perumahan di pinggiran wilayah kota. Hal ini didukung dengan perkembangan wilayah Kota Malang yang ditinjau menurut RTRW Kota Malang Tahun 2010 – 2030 terdapat konsep pengembangan Malang Raya dengan mengarahkan pengembangan perkotaan Malang dengan sekitarnya membentuk kota inti dan satelit. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur penjalaran fisik kekotaan secara spasial yang terjadi di Kota Malang. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan Sistem Informasi Geografis (GIS) dan pendekatan *Shannon Entropy*. Data yang diperoleh adalah data sekunder yakni data perkembangan lahan terbangun Kota Malang pada tahun 2006, 2012, dan 2020. Hasil temuan pada penelitian ini menunjukkan nilai indeks *relative entropy* mendekati angka 1 dan kecenderungan penjalaran linier terhadap jalan. Penjalaran terlihat mengarah ke Utara, Barat, dan Timur pinggiran Kota Malang. Pada wilayah utara tepatnya pada Kecamatan Lowokwaru mengarah ke Kecamatan Singosari. Penjalaran juga terjadi pada wilayah barat dari Kecamatan Blimbing dan Kecamatan Kedungkandang mengarah ke Kecamatan Pakis Kabupaten Malang.

Kata kunci: Penjalaran, Kota Malang, Shanon's Entropy

ABSTRACT

Urban sprawl is a phenomenon of the development of areas with low density in suburban areas due to the limited space available in the city center. The indication of a physical coexistence in the city of Malang is the development of suburban housing. This is supported by RTRW Kota Malang 2010 – 2030 there is an unfortunate development concept by directing poor urban development around it forming core cities and satellites. This study aims to measure the spatial spread of urban physicality that occurs in Malang City. The research method used is descriptive quantitative with geographic information systems (GIS) and the Shannon Entropy approach. The data obtained is secondary data, namely data on the development of Malang City's built-up land in 2006, 2012, and 2020. Findings in this study indicate the value of the entropy index approaches the number 1 and linear trend toward the road. The spread looks towards the North, West and East outskirts of Malang City. In the northern region, precisely in Lowokwaru District, it leads to Singosari District. The spread is also in the the western region, from Blimbing District and Kedungkandang District, it leads to Pakis District, Malang Regency.

Keywords: *Sprawl, Kota Malang, Shannon's Entropy*

PENDAHULUAN

Secara morfologis, kota dapat didefinisikan sebagai kawasan tertentu dengan ciri penggunaan lahan non pertanian yang sebagian besar tertutup oleh pemukiman dan bangunan

lainnya (biasanya tutupan bangunan lebih besar dari tutupan vegetasi). Menurut fungsinya dalam wilayah nodal, kota adalah suatu wilayah dengan fungsi sebagai pemusatan kegiatan yang beragam dan sekaligus berperan menjadi simpul kegiatan dalam peranannya sebagai kolektor dan distributor dari wilayah *hinterland* yang luas (Yunus, 2005). Kota adalah kawasan pemukiman yang secara fisik ditunjukkan oleh kumpulan bangunan untuk tempat tinggal yang mendominasi tata ruang dan memiliki fasilitas untuk menunjang kehidupan warganya secara mandiri (Sinaga, 2021). Pada hakikatnya, kota sebagai tempat tinggal selalu mengalami perkembangan di setiap aspek kehidupan beriringan dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi dan jumlah penduduk (Yunus, 2008). Pelayanan infrastruktur yang lengkap akan berpengaruh pula terhadap perkembangan wilayah karena meningkatnya aktifitas ekonomi yang ada di dalam kota, oleh karena itu kota akan semakin ramai dan akhirnya akan menjadi semakin padat (Yunus, 2008).

Perkembangan di suatu kota atau perkotaan disebabkan oleh pertumbuhan setiap daerah yang dinamis, seiring dengan perkembangan perekonomian dan aktivitas penduduk di dalamnya mengakibatkan peningkatan kebutuhan akan lahan yang digunakan untuk melakukan kegiatan, menjadikan lahan sebagai sesuatu yang bermanfaat dan bernilai tinggi (Setnyaningsih & Pradoto, 2015). Perkembangan kota pada umumnya terjadi karena adanya proses urbanisasi, dengan masuknya penduduk dari luar ke dalam kota. Peningkatan jumlah penduduk akan berpengaruh pada meningkatnya kebutuhan layanan sarana dan prasarana (Yunus, 2008). Kota Malang mengalami peningkatan jumlah penduduk dari tahun 2010 sebesar 820.243 jiwa menjadi 843.810 jiwa pada tahun 2020. Kota Malang masuk dalam 5 (lima) kota terpadat di Jawa Timur dengan kepadatan penduduk sebesar 5.808 jiwa/km². Peningkatan jumlah penduduk pada suatu wilayah diikuti dengan peningkatan kebutuhan akan tempat tinggal, hal tersebut terlihat dari banyaknya perumahan-perumahan yang dibangun di wilayah pinggiran Kota Malang karena ruang untuk bermukim didekat pusat kota semakin minim. Perkembangan wilayah juga dapat dilihat dari dokumen RTRW Kota Malang Tahun 2010 – 2030 terdapat konsep pengembangan Malang Raya dengan mengarahkan pengembangan perkotaan Malang dengan sekitarnya membentuk kota inti dan satelit.

Kuantitas dan kualitas kegiatan selalu meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk perkotaan, demikian pula ruang sebagai wadah kegiatan tersebut selalu meningkat seiring dengan bertambahnya penduduk perkotaan, sehingga ruang sebagai wadah kegiatan tersebut selalu meningkat (Giyarsih, 2001). Kebutuhan lahan yang semakin tinggi tidak sebanding dengan ketersediaan lahan di kota, serta nilai lahan yang semakin mahal menyebabkan masyarakat memilih tinggal di daerah pinggiran kota (Nugroho et al., 2022). Penambahan permukiman maupun kegiatan dilaksanakan diluar lahan kekotaan terbangun merupakan fenomena yang melatarbelakangi terjadinya perembetan kenampakan fisik kekotaan kearah luar atau dikenal dengan istilah *urban sprawl* (Yunus, 2008).

Urban sprawl dapat didefinisikan sebagai perpanjangan cepat dari daerah perkotaan, pengembangan pinggiran kota dan daerah pedesaan (Galster et al., 2001). *Urban sprawl* merujuk pada peralihan populasi perkotaan, dari daerah titik nol atau kota ke pinggiran pedesaan dengan kepadatan rendah atau daerah pedesaan (Koirala, 2018). *Urban Sprawl* dapat dicirikan sebagai hunian dengan kepadatan rendah di luar perbatasan kota, pembangunan kepadatan rendah dan kehilangan area terbuka (Eryilmaz et al., 2008). Ewing (1994) memperkenalkan ada 4 (empat) faktor yang dapat mengukur dan menganalisis *sprawl*: (1) kepadatan pemukiman; (2) campuran lingkungan rumah, pekerjaan, dan layanan; (3) kekuatan pusat kegiatan dan pusat kota; dan (4) aksesibilitas jaringan jalan.

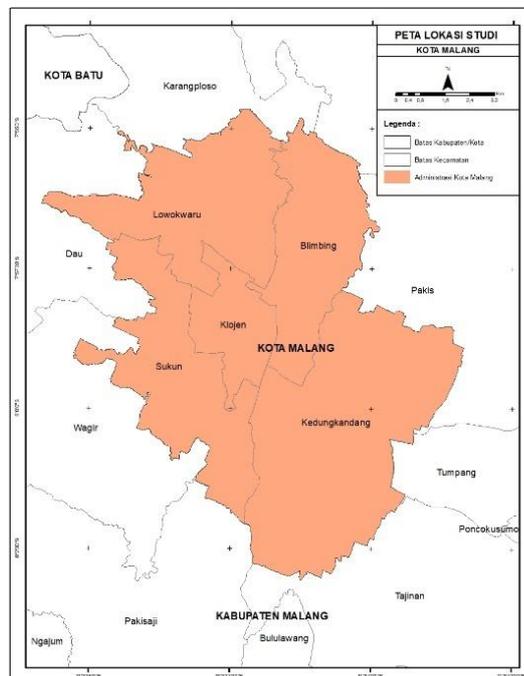
Pada studi ini perembetan perkotaan diukur menggunakan model *Shannon's Entropy*. *Entropy* adalah teknik yang efisien untuk membandingkan pola *urban sprawl* dengan menghitung setiap zona dan periode waktu, serta derajat *sprawl* yang dapat diukur dengan nilai *entropy* yang bervariasi dari 0 hingga logaritma jumlah zona atau periode waktu. Semakin

kompak struktur dan luas terbangun semakin mendekati nilai entropy nol, sedangkan semakin mendekati jumlah logaritma zona maka wilayah semakin tersebar (Mashagbah, 2016). Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah mengukur secara spasial fenomena *urban sprawl* yang terjadi di Kota Malang.

METODE

Penelitian ini berlokasi di Kota Malang dengan total luas wilayah 110 Km² yang terdiri 5 (lima) kecamatan yaitu Kecamatan Klojen, Kecamatan Lowokwaru, Kecamatan Blimbing, Kecamatan Sukun dan Kecamatan Kedungkandang. Kota Malang merupakan kota dengan luasan tertinggi kedua di Provinsi Jawa Timur setelah Kota Surabaya. Kota Malang dikenal sebagai kota pendidikan karena didukung berbagai fasilitas pendidikan di Kota seperti sekolah, perguruan tinggi baik negeri maupun swasta, dan lembaga pendidikan formal dan non formal.

Kota Malang merupakan bagian dari kesatuan wilayah Malang Raya bersama dengan Kabupaten Malang dan Kota Batu. Kota Malang berbatasan dengan wilayah Kabupaten Malang. Berikut peta administrasi Kota Malang pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Wilayah Studi
Sumber : Hasil Analisis (2023)

Data yang digunakan untuk mengukur perembetan fisik kekotaan di Kota Malang menggunakan data sekunder dari instansi yang meliputi data wilayah terbangun, jaringan jalan, pusat kota, kemiringan lereng, dan ketinggian tempat. Serta diperlukan data spasial kepadatan penduduk yang diperoleh dari *World Population*, keluaran data ini menggambarkan kepadatan penduduk setiap negara selama beberapa tahun setiap 100m x 100m sel grid atau 1km² setiap sel grid. Kemudian data raster tersebut akan dipotong berdasarkan batas admin wilayah Kota Malang. Untuk data wilayah terbangun dan data kepadatan penduduk menggunakan data dari periode tahun 2006, 2012, dan 2020 untuk melihat perkembangan wilayah dalam kurun waktu 15 tahun.

Pengukuran perembetan perkotaan menggunakan model *Shannon's Entropy*. Perhitungan *entropy* digunakan untuk menentukan apakah pertumbuhan daerah perkotaan membentuk pola kompak atau menyebar (Hoi & Chong, 2017). Nilai Entropy dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$H_n = \sum_i^n P_i \cdot \log\left(\frac{1}{P_i}\right)$$

P_i : nilai yang diamati di zona ke-I dalam total n zona. Nilai P_i ditentukan dengan rumus

$$P_i = X_i / \sum_i^n X$$

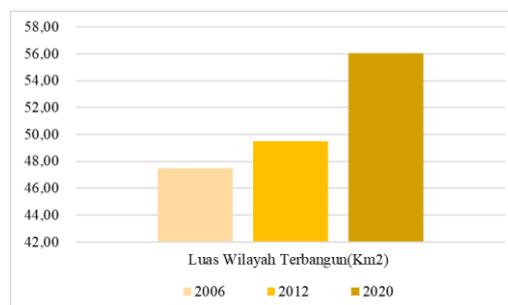
X_i : nilai yang diamati dari variabel di dalam zona 1 tahun dan n adalah total zona. Nilai X_i pada penelitian ini merupakan luas wilayah terbangun.

n : mewakili jumlah total zona

Analisis *Shannon Entropy* digunakan untuk mengukur tingkat *sprawl* yang terjadi di Kota Malang dengan mempertimbangkan 2 (dua) aspek yakni aspek terhadap pusat kota dan aspek terhadap jaringan jalan (Yeh & Li, 2001). Nilai Indeks entropi (H_n) berkisar antara angka 0 ke $\log(n)$, dalam kasus ini, $\log(n)$ adalah 1,672 (Singh, 2014). Nilai entropy mendekati nol menunjukkan distribusi pertumbuhan kota yang kompak, sedangkan nilai yang mendekati “ $\log n$ ” menunjukkan sebaran kawasan terbangun yang mengindikasikan terjadinya perembetan (Stuht, 2022). Nilai indeks relatif entropi diskalakan dari 0 hingga 1.

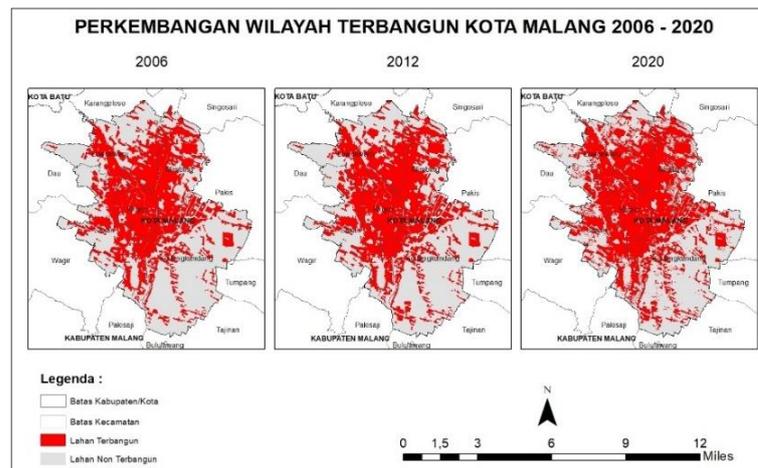
HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas wilayah terbangun Kota Malang pada tahun 2006 adalah 47,47 Km² atau sekitar 43,15% dari keseluruhan wilayah Kota Malang. Kemudian pada tahun 2012, terjadi peningkatan luas wilayah terbangun sebesar 1,85% menjadi 49,51 Km² atau menjadi sekitar 45% dari keseluruhan wilayah Kota Malang. Luas wilayah terbangun terus meningkat di tahun 2020 sebesar 6% dari tahun 2012 menjadi 56,05 Km² atau seluas 51% dari keseluruhan luas wilayah Kota Malang. Perkembangan wilayah terbangun dipengaruhi oleh peningkatan jumlah penduduk di Kota Malang yang terus meningkat sehingga berpengaruh terhadap kebutuhan sarana dan prasana untuk bermukim. Berikut peningkatan luas wilayah Perkotaan Malang yang disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 2.



Gambar 2. Luas Wilayah Terbangun Kota Malang Tahun 2006 – 2020
 Sumber : Hasil Analisis (2023)

Gambar 3. menunjukkan peningkatan wilayah terbangun di Kota Malang pada periode 2006 – 2020. Lahan terbangun mencakup ruang peruntukan permukiman yang terdiri dari perumahan dan fasilitas pendukung permukiman, serta kawasan perdagangan jasa dan industri. Peningkatan lahan terbangun pada tahun 2012 terlihat terjadi pada Kecamatan Klojen yang mengarah ke Kecamatan Lowowaru. Pada tahun 2020 peningkatan lahan terbangun terjadi pada Kecamatan Lowokwaru yang mengarah ke Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang dengan kepadatan bangunan yang lebih rendah. Peningkatan lahan terbangun juga terlihat di wilayah Kecamatan Bululawang pada tahun 2012 dan 2020. Berikut peta yang menampilkan perkembangan wilayah terbangun di Kota Malang Periode tahun 2006- 2020 pada Gambar 3.



Gambar 3. Sebaran Wilayah Terbangun Kota Malang Tahun 2006 – 2020
 Sumber : Hasil Analisis (2023)

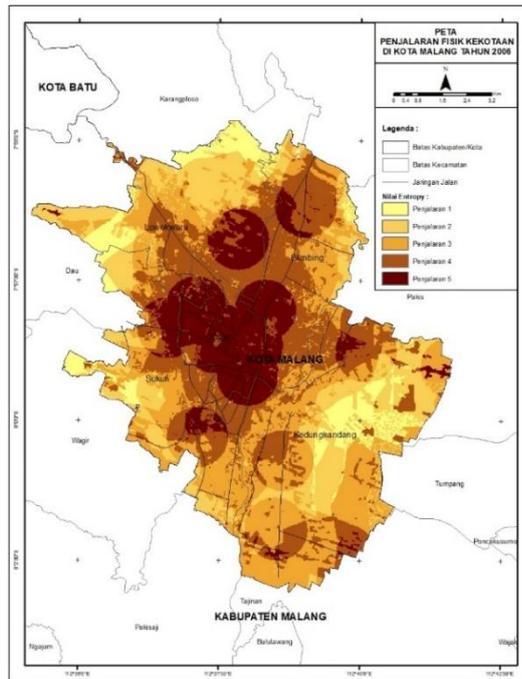
Tabel 1. Indeks Relative Entropy Kota Malang Tahun 2006 - 2020

Tahun	H'n	
	Pusat Kota (H'p)	Jalan (H'j)
2006	0,865	0,797
2012	0,864	0,812
2020	0,932	0,869

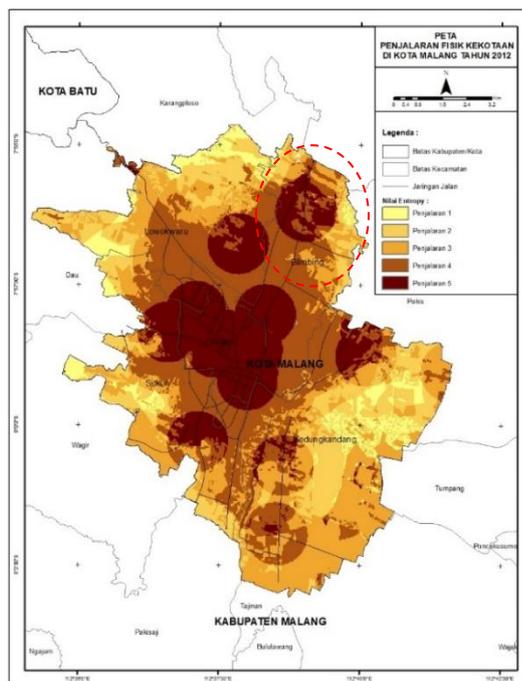
Sumber: Hasil Analisis (2023)

Tabel 1 menunjukkan indeks *relative entropy* dari tahun 2006 – 2020. Nilai indeks *relative entropy* terhadap jalan dan pusat kota semakin mengarah ke angka 1 yang menunjukkan bahwa perkembangan wilayah terbangun di Kota Malang semakin menyebar dan menjauh. Indeks *relative entropy* terhadap jalan persisten mengalami peningkatan disetiap periode waktunya, hal tersebut menunjukkan gejala pola perkembangan wilayah yang semakin acak salah satu penyebabnya adalah pembangunan di wilayah pinggiran kota dengan kepadatan rendah. Pada tahun 2006 dengan H'j sebesar 0,797, kemudian meningkat di tahun 2012 menjadi 0,812, dan terus meningkat di tahun 2020 H'j menjadi 0,869. Sedangkan, gejala perembetan fisik kota untuk nilai *relative entropy* terhadap pusat kota mengalami fluktuasi dimana H'p di tahun 2006 adalah 0,865 lalu mengalami penurunan menjadi 0,864 di tahun 2012. Kemudian meningkat kembali menjadi 0,932 di tahun 2020. Dari tahun 2006 – 2020 nilai H'j lebih kecil dibandingkan nilai H'p yang menjelaskan bahwa penjalaran fisik kekotaan di Kota Malang lebih mengikuti pola jaringan jalan dibandingkan pola pusat kota. Perbedaan nilai *relative entropy* sepanjang tahun kurang dari 1%, hal ini menunjukkan bahwa nilai *relative entropy* di Kota Malang tidak bervariasi secara signifikan selama periode studi 15 tahun.

Gambar 4 menggambarkan penjalaran fisik kekotaan yang terjadi di tahun 2006 didominasi oleh penjalaran yang linier terhadap jalan utama. Hal tersebut dilihat dari penjalaran kelas 5 dengan warna coklat gelap yang menggambarkan wilayah terbangun dengan kepadatan tinggi berada didekat jalan utama. Kemudian wilayah terbangun dengan kepadatan yang lebih rendah ditunjukkan dengan warna coklat muda memiliki jarak yang lebih jauh dari jalan utama sehingga menunjukkan gradasi dari kepadatan wilayah terbangun yaitu dengan kelas penjalaran. Terlihat wilayah dengan kepadatan yang lebih rendah atau penjalaran fisik kekotaan Kelas penjalaran 4 pada Kecamatan Blimbing Kota Malang mengarah ke Kabupaten Malang tepatnya Kecamatan Singosari dan Kecamatan Tumpang.



Gambar 4. Penjalaran Fisik Kekokataan di Kota Malang Periode Tahun 2006
Sumber: Hasil Analisis (2023)

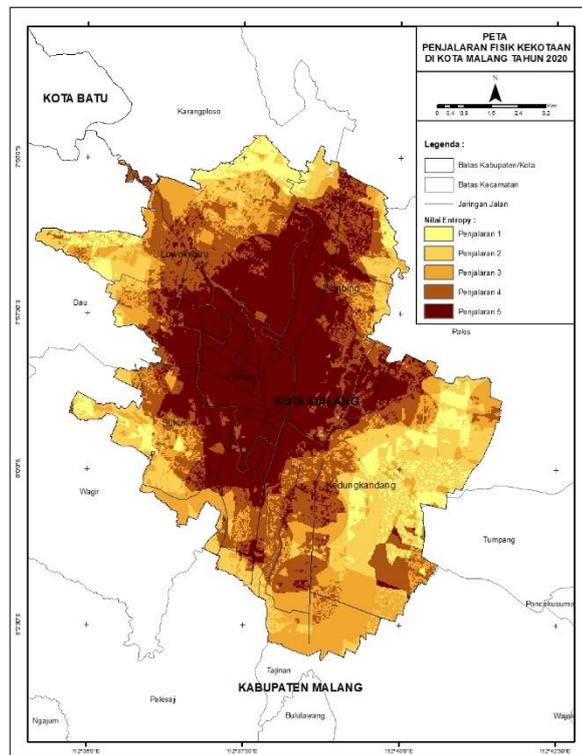


Gambar 5. Penjalaran Fisik Kekokataan di Kota Malang Periode Tahun 2012
Sumber: Hasil Analisis (2023)

Gambar 5 menggambarkan penjalaran fisik kekotaan di tahun 2012 yang merupakan perkembangan dari penjalaran fisik kekotaan dari tahun 2006. Berdasarkan Gambar 5, dapat dilihat terjadi peningkatan luas wilayah kepadatan terbangun tinggi dibandingkan tahun 2006. Penjalaran dengan wilayah terbangun kepadatan tinggi semakin menjauhi pusat kota tetapi masih berkembang linier terhadap jalan. Penjalaran terlihat berkembang pada wilayah utara, barat dan timur Kota Malang. Pada wilayah utara tepatnya pada Kecamatan Lowokwaru, dan Kecamatan Blimbing mengarah ke Kecamatan Dau dan Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang. Kemudian pada wilayah barat penjalaran terlihat dari Kecamatan Klojen mengarah ke Kecamatan Dau Kabupaten Malang. Pada wilayah timur penjalaran terjadi di Kecamatan

Blimbing mengarah ke Kecamatan Pakis Kabupaten Malang. Hal tersebut berakibat pada luasan wilayah terbangun kepadatan rendah semakin meningkat.

Penjalaran tahun 2020 (Gambar 6) menunjukkan luas wilayah terbangun dengan kepadatan tinggi meningkat dan mengarah ke Kabupaten Malang, terutama di bagian utara dan barat wilayah Kota Malang. Hal tersebut terjadi pada wilayah utara tepatnya pada Kecamatan Lowokwaru mengarah ke Kecamatan Singosari, dan pada wilayah barat dari Kecamatan Blimbing dan Kecamatan Kedungkandang mengarah ke Kecamatan Pakis Kabupaten Malang. Pesatnya perkembangan wilayah terbangun kepadatan tinggi digambar dengan warna coklat diikuti dengan penjalaran wilayah terbangun kepadatan yang lebih rendah dengan warna coklat muda semakin menjauhi pusat kota namun masih linier terhadap jalan utama. Sehingga pada Gambar 6 menunjukkan bahwa penjalaran wilayah terbangun dengan kepadatan rendah semakin acak dan tidak teratur.



Gambar 6. Penjalaran Fisik Kekotaan di Kota Malang Periode Tahun 2020
Sumber: Hasil Analisis (2023)

PEMBAHASAN

Perkembangan wilayah terbangun dalam rentang waktu 15 tahun dari tahun 2006 hingga 2020 terus mengalami peningkatan yang mengarah ke wilayah pinggiran Kota Malang. Peningkatan jumlah penduduk yang mendorong kebutuhan akan ruang untuk tinggal yang semakin tinggi mengakibatkan perluasan wilayah terbangun ke wilayah pinggiran kota. Hal tersebut menyebabkan terlihat perembetan wilayah terbangun dengan kepadatan rendah di sekitar wilayah pinggiran.

Pembangunan kawasan permukiman dengan kepadatan rendah di luar perbatasan kota sebagai salah satu ciri dari fenomena terjadinya *urban sprawl*. Terlihat dari tren peningkatan luas wilayah terbangun dengan kepadatan tinggi disekitar wilayah pusat kota yang menimbulkan tumbuhnya wilayah terbangun dengan kepadatan rendah dipinggiran kota. Penjalaran fisik kekotaan berkembang terhadap jalan dan cenderung semakin acak. Lahan yang tersedia didekat pusat kota semakin minim dan harga lahan semakin meningkat. Hal tersebut

mengakibatkan perkembangan wilayah terbangun di Kota Malang terlihat intensif dan semakin menjauhi pusat kota yang mengarah ke Utara, Barat dan Timur.

KESIMPULAN

Kota Malang mengalami peningkatan wilayah terbangun yang mengarah pada wilayah pinggiran kota. Pertumbuhan wilayah terbangun dengan kepadatan rendah di wilayah pinggiran kota merupakan indikasi dari penjarangan fisik kekotaan. Pengukuran penjarangan fisik kekotaan menggunakan metode analisis *shannon entropy* untuk mengetahui arah pertumbuhan perkotaan yakni menyebar atau kompak. Penjarangan fisik kekotaan ditampilkan melalui gradasi kepadatan wilayah terbangun yang menunjukkan rentang dari nilai indeks *relative entropy* yang dapat menggambarkan pergerakan penjarangan secara spasial. Penelitian ini menunjukkan pada periode tahun 2006 – 2020, Kota Malang mengalami gejala perembetan fisik kekotaan yang ditunjukkan dari hasil indeks *relative entropy* terhadap pusat kota dan terhadap jalan mendekati nilai 1 dengan nilai $H'j$ lebih kecil dibandingkan nilai $H'p$, yang menjelaskan bahwa penjarangan fisik kekotaan di Kota Malang lebih mengikuti pola jaringan jalan dibandingkan pola pusat kota. Perbedaan nilai *relative entropy* sepanjang tahun kurang dari 1%, menunjukkan bahwa nilai *relative entropy* di Kota Malang tidak bervariasi secara signifikan selama periode studi 15 tahun.

REKOMENDASI

1. Melakukan kajian lebih mengenai dampak *urban sprawl* terhadap daerah *sub-urban*.
2. Melakukan kajian terkait pola penjarangan kekotaan terhadap kondisi fisik lingkungan.
3. Melakukan kajian mengenai kesesuaian perubahan penggunaan lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Eryilmaz, S. S., Chengiz, H., & Eryilmaz, Y. (2008). *The Urban Sprawl Model for an Affected Metropolis: Bursa-Istanbul Example*. Conference: International Society of City and Regional Planners (44th ISoCaRP), Urban Growth without Sprawl: A Way Towards Sustainable Urbanization. <https://www.researchgate.net/publication/319066735>
- Ewing, R. H. (1994). Characteristics, Causes, and Effects of Sprawl: A Literature Review. *Environmental and Urban Studies*, 21(2), 1–15.
- Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M. R., Wolman, H., Coleman, S., & Freihage, J. (2001). Wrestling Sprawl to the Ground Defining and measuring an elusive concept. *Housing Policy Debate*, 12(4), 681–717.
- Giyarsih, S. R. (2001). Gejala Urban Sprawl sebagai Pemicu Proses Densifikasi Permukiman di Daerah Pinggiran Kota (Urban Fringe Area) : Kasus Pinggiran Kota Yogyakarta. *Jurnal PWK*, 12(1), 40–45.
- Hoi, C., & Chong, S. (2017). *Comparison of Spatial Data Types for Urban Sprawl Analysis Using Shannon's Entropy*. University of Southern California.
- Koirala, S. (2018). *Geospatial Modelling of Urban Sprawl in Kathmandu Valley, Nepal* [Thesis]. University of Salzburg.
- Mashagbah, A. F. Al. (2016). The Use of GIS, Remote Sensing and Shannon's Entropy Statistical Techniques to Analyze and Monitor the Spatial and Temporal Patterns of Urbanization and Sprawl in Zarqa City, Jordan. *Journal of Geographic Information System*, 08(02), 293–300. <https://doi.org/10.4236/jgis.2016.82025>

- Nugroho, S., Yuliani, E., & Kautsary, J. (2022). Fenomena Urban Sprawl terhadap Faktor-faktor Perubahan Penggunaan Lahan di Pinggiran Kota. *UNIPLAN: Journal of Urban and Regional Planning*, 3(1), 1–8.
- Setnyaningsih, R., & Pradoto, W. (2015). Pola Perkembangan dan Faktor Penentu Guna Lahan di Kecamatan Beji, Kota Depok. *Jurnal Teknik PWK*, 4(1), 78–92.
- Sinaga, R. Y. C. (2021). The Spatial Analysis Urban Structure of Medan Baru Subdistrict. *International Journal of Architecture and Urbanism*, 5(2), 126–133. <https://doi.org/10.32734/ijau.v5i2.6833>
- Singh, B. (2014). Urban growth using Shannon's entropy: A case study of Rohtak City Land Suitability Analysis Using Geographic Information System (GIS) and Analytic Hierarchy Process (AHP): A Case Study View project Urban Growth Using Shannon's Entropy: a Case Study of Rohtak City. *International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS*, 3(1), 237.
- Stuht, C. M. (2022). *Las Vegas Metropolitan Area Urban Sprawl Assessment Using Shannon's Entropy* [Electronic Report, University of Arizona]. <http://hdl.handle.net/10150/664154>
- Yeh, G.-O. A., & Li, X. (2001). *Measurement and Monitoring of Urban Sprawl in a Rapidly Growing Region Using Entropy*.
- Yunus, H. S. (2005). *Manajemen Kota : Perspektif Spasial* (Cetakan II). Pustaka Pelajar.
- Yunus, H. S. (2008). *Dinamika Wilayah Peri Urban* (1st ed., Vol. 1). Pustaka Pelajar.