

Analisis Dinamika Pola Spasial Penggunaan Lahan di Kota Kotamobagu Menggunakan Pendekatan Spatial Metrics

Wahyu Devito Makalalag^{1*}, Dwight Moody Rondonuwu², Frits Ontang Poedjianto Siregar³

^a Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

¹ vitomakalalag30@gmail.com*; ² moodyrondonuwu@gmail.com; ³ frits_ops@yahoo.com

*korespondensi penulis

Informasi artikel	A B S T R A K
<p><i>Sejarah artikel</i> Diterima : 18 Agustus 2024 Revisi : 25 November 2024 Dipublikasikan : 30 November 2024</p> <p>Kata kunci: Penggunaan Lahan Pola Spasial Spasial Metrics</p>	<p>Kota Kotamobagu terus menunjukkan peningkatan jumlah penduduk dan perkembangan prasarana dan sarana perkotaan yang memicu perubahan penggunaan lahan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dinamika pola spasial penggunaan lahan di Kota Kotamobagu dengan pendekatan <i>spatial metrics</i>. Analisis dilakukan menggunakan perhitungan <i>metric Number of Patch (NP)</i>, <i>Patch Density (PD)</i> dan <i>Shannon's Diversity Index (SHDI)</i>. Berdasarkan hasil analisis, kerapatan penggunaan lahan pada periode 2013-2018 menunjukkan pola perkembangan yang terfragmentasi dan cenderung teragregasi pada periode 2018-2023. Dari segi keragaman penggunaan lahan, nilai SHDI menunjukkan kenaikan yang tergolong kecil dan termasuk dalam kategori keragaman sedang. Hal ini mengindikasikan rendahnya tingkat perkembangan penggunaan lahan di Kota Kotamobagu dan masih terdapat jenis penggunaan lahan yang mendominasi.</p>
<p>Keywords: Landuse Spatial Metrics Spatial Pattern</p>	<p>A B S T R A C T Kotamobagu City continues to show an increase in population and the development of urban infrastructure and facilities that trigger changes in land use. This research aims to analyze the dynamics of spatial patterns of land use in Kotamobagu City using spatial metrics approach. The analysis is conducted using calculations of the Number of Patches (NP), Patch Density (PD), and Shannon's Diversity Index (SHDI). Based on the results of the analysis, the density of land use in the 2013-2018 period shows a fragmented development pattern and tends to be aggregated in the 2018-2023 period. In terms of land use diversity, the SHDI value shows a relatively small increase and is still included in the medium diversity category. This indicates a low level of land use development in Kotamobagu City and there is still a dominating type of land use.</p>

© 2024(Wahyu Devito Makalalag). All Right Reserved

Pendahuluan

Persentase penduduk kawasan perkotaan di dunia diprediksi akan terus meningkat hingga mencapai 68% di tahun 2050 (*World Bank* dalam [Sarosa, \(2020\)](#)). Hal tersebut secara langsung mengakibatkan peningkatan permintaan akan ruang untuk menampung berbagai kegiatan dan aktivitas manusia sehingga mempercepat perubahan penggunaan lahan perkotaan ([Saputra dkk., 2022](#); [Tambajong dkk., 2017](#)).

Perubahan dalam penggunaan lahan merupakan fenomena yang memiliki kompleksitas tinggi dan terus berubah secara dinamis. Menurut [Azareh dkk., \(2021\)](#), keadaan tersebut merupakan pemicu terbesar dari perubahan lingkungan seiring berjalannya waktu. Di sisi lain, perubahan penggunaan lahan di wilayah perkotaan menjadi konsekuensi dari pertumbuhan kota, yang mencerminkan proses perkembangan serta sejauh mana kemajuan terjadi di wilayah tersebut. Namun, tanpa pengaturan yang tepat maka dapat menyebabkan pertumbuhan kota yang tidak terkendali ([Salakory & Rakuasa, 2022](#)). Dengan demikian, pemantauan perubahan penggunaan lahan penting untuk memahami dinamika pemanfaatannya ([Jukneliené dkk., 2021](#); [Regasa dkk., 2021](#)). Hal ini juga mendukung kebijakan terkait pembangunan dan pemanfaatan sumber daya lahan ([Wu dkk., 2016](#)), serta menjadi langkah awal menuju pengembangan wilayah yang berkelanjutan ([Wahyudi dkk., 2019](#)).

Kota Kotamobagu adalah salah satu kota dan pusat pertumbuhan kegiatan di Provinsi Sulawesi Utara yang dimekarkan pada tahun 2007. Sebelum dimekarkan, Kota Kotamobagu telah menjadi pusat pemerintahan Kabupaten Bolaang Mongondow. Pemekaran ini telah berpengaruh signifikan terhadap perkembangan prasarana ([Hatam dkk., 2016](#)) dan sarana perkotaan ([Apriani, 2016](#)) yang mempercepat perubahan penggunaan lahan di Kota Kotamobagu, terutama perubahan penggunaan lahan dari pertanian menjadi non-pertanian ([Hatam & South, 2018](#); [Mokodompit dkk., 2019](#); [Yambo dkk., 2022](#)). Menurut [Wu dkk. \(2016\)](#), perubahan yang signifikan dalam

penggunaan lahan berdampak besar pada perubahan pola spasial, yang merupakan faktor penting dalam perencanaan wilayah dan perkembangan perkotaan ([Hidayah & Suharyo, 2018](#)). Namun, meskipun telah terdapat beberapa penelitian terkait perubahan penggunaan lahan, belum ada analisis yang berfokus pada dinamika pola spasial penggunaan lahan di Kota Kotamobagu.

Untuk memahami dinamika tersebut, analisis dengan pendekatan *spatial metrics* relevan untuk digunakan, karena dapat memberikan pemahaman dan penggambaran yang lebih akurat terkait proses perubahan penggunaan lahan perkotaan ([Aguilera dkk., 2011](#)). *Spatial metrics* sendiri merupakan salah satu jenis analisis yang berkaitan dengan perkembangan spasial perkotaan, berupa perhitungan matematis berdasarkan data spasial (peta) ([Levin dkk., 2008](#)) yang berguna untuk memahami dinamika penggunaan lahan serta pola spasial-temporal perkembangan perkotaan ([Reis dkk., 2016](#); [Warni & Ahyuni, 2024](#)). Keunggulan dari pendekatan ini adalah kesederhanaan dan kecepatan perhitungannya ([Uuemaa dkk., 2013](#)), efektif dalam mengkuantifikasi pola spasial yang kompleks ([Peng dkk., 2010](#)), serta dapat digunakan pada berbagai skala maupun periode waktu yang berbeda (multi-skala dan multi-temporal) ([Herold dkk., 2005](#)). Selain itu, *spatial metrics* juga telah digunakan pada beberapa penelitian dalam memahami dinamika pola spasial penggunaan lahan akibat perkembangan kota ([Firmansyah dkk., 2018](#); [Fitri Hastari dkk., 2021](#); [Noviani dkk., 2024](#)).

Meskipun pendekatan ini telah digunakan pada beberapa penelitian, penerapannya masih jarang di Indonesia ([Firmansyah dkk., 2018](#)), yang mana pendekatan untuk menganalisis pola spasial cenderung bersifat kualitatif dengan membandingkan secara subjektif setiap peta penggunaan lahan ([Istanabi dkk., 2023](#)). Oleh karena itu, melalui pendekatan *spatial metrics* diharapkan dapat menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam dan akurat mengenai

dinamika pola spasial penggunaan lahan di Kota Kotamobagu.

Metode Mengidentifikasi dan Menganalisis Perubahan Penggunaan Lahan

Identifikasi penggunaan lahan dilakukan dengan memanfaatkan data citra satelit *Google Earth* tahun 2013, 2018, dan 2023 yang selanjutnya diproses dengan menggunakan perangkat lunak ArcMap 10.3. Data *Google Earth* dipilih karena berguna untuk mengidentifikasi tutupan lahan secara multi-temporal (Noer & Wibowo, 2024). Kemudian penggunaan lahan diidentifikasi melalui teknik interpretasi visual dan metode digitasi *on-screen*. Interpretasi visual dipilih karena mempunyai akurasi yang lebih baik dalam mengidentifikasi kelas penggunaan lahan (Azimur dkk., 2022; Kosasih dkk., 2019). Interpretasi visual dilakukan dengan mengklasifikasikan penggunaan lahan yang tampak pada citra berdasarkan kesamaan karakteristik, lalu di delineasi secara digital (digitasi *on-screen*) untuk menghasilkan data *vector* kelas penggunaan lahan.

Dalam penelitian ini klasifikasi penggunaan lahan mengacu pada SNI nomor 7645:2010 tentang penutup lahan yang dimodifikasi dengan mengkombinasikan klasifikasi penggunaan lahan perkotaan oleh Huang dkk. (2020). Hal ini bertujuan untuk

menyederhanakan pengkelasan (Farizkhar dkk., 2022) dan menyesuaikan dengan kondisi wilayah penelitian (Wijaya & Susetyo, 2017) sehingga menjadi sebelas kelas, yaitu fasilitas umum, hutan, industri dan pergudangan, ladang, perairan (sungai, danau, kolam/tambak), perdagangan dan jasa, perkebunan campuran, permukiman, RTH, sawah, dan lahan tidak terbangun. Setelah dilakukan digitasi dan klasifikasi penggunaan lahan, proses pengecekan lapangan dilakukan untuk melengkapi dan memverifikasi hasil interpretasi dari citra satelit. Sementara itu, analisis perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan perhitungan perubahan luas lahan dan analisis tumpang susun (*overlay*).

Menganalisis Dinamika Penggunaan Lahan Menggunakan *Spatial Metrics*

Analisis *spatial metrics* dilakukan dengan menggunakan kombinasi perangkat lunak ArcMap 10.3 dan Fragstats 4.2. Data hasil identifikasi penggunaan lahan Kota Kotamobagu tahun 2013, 2018, dan 2023 digunakan dalam analisis ini. Kategori *metric* yang dipilih meliputi Fragmentasi, yang mengukur kerapatan penggunaan lahan menggunakan *metric Number of Patch* (NP) dan *Patch Density* (PD), serta Keragaman, yang mengukur tingkat keragaman penggunaan lahan menggunakan *metric Shannon's Diversity Index* (SHDI) (Tabel 1).

Tabel 1. Jenis *Metric* yang Digunakan

Kategori	Metric	Formula	Satuan	Rentang
Fragmentasi dan kerapatan penggunaan lahan	<i>Number of Patch</i> (NP)	$Np = n_i$	Tidak ada	NP > 1, tanpa batas
	<i>Patch Density</i> (PD)	$PD = \frac{N}{A} (10,000) \times (100)$	Jumlah per 100 hektar	PD > 0, tanpa batas
Keragaman	<i>Shannon's Diversity Index</i> (SHDI)	$SHDI = - \sum_{i=1}^m [P_i \ln(P_i)]$	Tidak ada	SHDI ≥ 0, tanpa batas

Sumber: (McGarigal & Marks, 1995; Reis dkk., 2016)

Metric NP dan PD merupakan metode perhitungan yang paling sering digunakan untuk mengukur fragmentasi (Reis dkk., 2016) dan memberikan indikasi tentang tingkat fragmentasi penggunaan lahan (Rutledge, 2003). NP mengukur jumlah *patch* dalam setiap kelas penggunaan lahan, dengan nilai yang meningkat menunjukkan fragmentasi yang lebih besar, sedangkan PD mengukur kepadatan *patch*, di mana nilai PD yang meningkat menunjukkan kepadatan *patch* yang lebih rendah (Andika dkk., 2021).

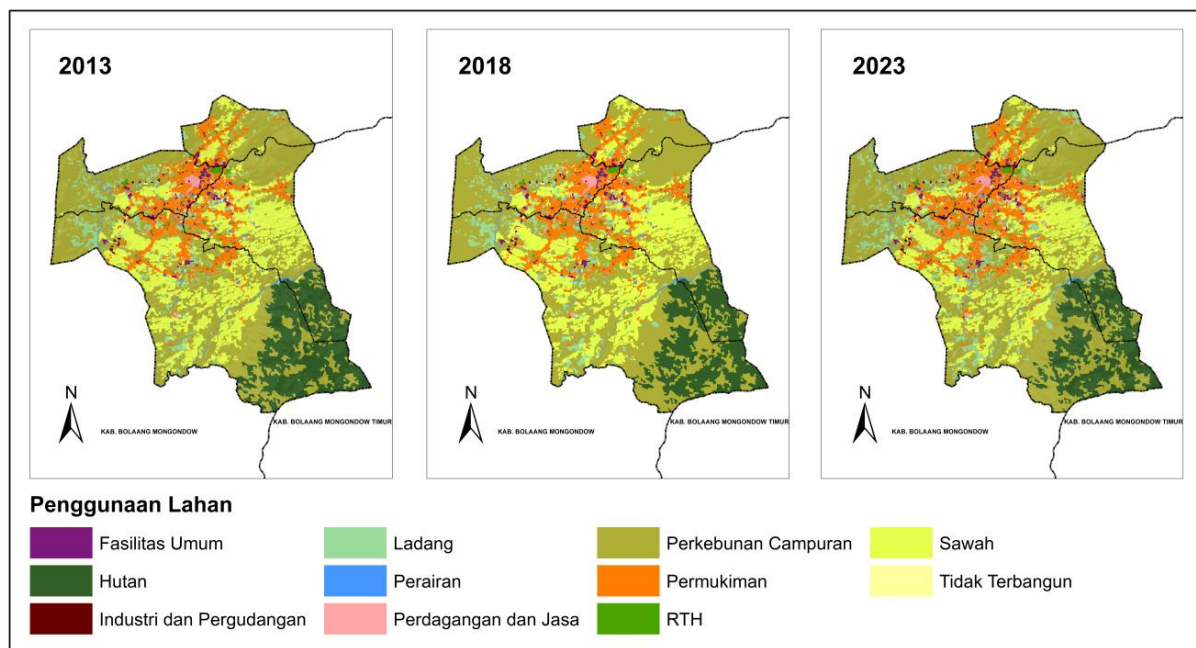
SHDI merupakan perhitungan indeks keragaman jenis *patch* pada wilayah penelitian. Nilai SHDI sebesar 0, menunjukkan bahwa hanya terdapat satu *patch*, yang mengindikasikan tidak adanya keragaman (Yue dkk., 2013) dan meningkat apabila bertambahnya jenis penggunaan lahan dan/atau proporsi jumlah *patch* setiap jenis penggunaan lahan menjadi seimbang (Łowicki, 2019). Dalam penelitian ini,

keragaman penggunaan lahan dikombinasikan dengan kriteria nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') Adalina dkk. (2016) dalam Rondonuwu dkk. (2023), yaitu:

- $H' \leq 1$ = keragaman rendah
- $1 > H' < 3$ = keragaman sedang
- $H' \geq 3$ = keragaman tinggi

Hasil dan pembahasan Identifikasi dan Analisis Perubahan Penggunaan Lahan

Berdasarkan hasil identifikasi, dapat diketahui bahwa penggunaan lahan di Kota Kotamobagu pada tahun 2013 hingga 2018 didominasi oleh perkebunan campuran, sawah dan hutan. Kemudian pada tahun 2023 terjadi perubahan tingkat dominasi, jenis penggunaan lahan yang mendominasi pada tahun 2023 adalah perkebunan campuran seluas 5088.23 ha (46.75%), sawah 1949.90 ha (17.91%) dan permukiman 1436.71 ha (13,20%) (Tabel 2).



Gambar 1. Penggunaan Lahan Kota Kotamobagu Tahun 2013, 2018 dan 2023
Sumber: Hasil analisis, 2023

Tabel 2. Luas Penggunaan Lahan Kota Kotamobagu Tahun 2013, 2018 dan 2023

No.	Kelas Penggunaan Lahan	Tahun 2013		Tahun 2018		Tahun 2023	
		ha	%	ha	%	ha	%
1	Fasilitas Umum	125.79	1.16%	129.00	1.18%	129.35	1.19%
2	Hutan	1545.12	14.19%	1289.52	11.85%	1255.57	11.53%
3	Industri dan Pergudangan	14.84	0.14%	18.31	0.17%	18.79	0.17%
4	Ladang	521.61	4.79%	628.79	5.78%	739.54	6.79%
5	Perairan	107.82	0.99%	104.26	0.96%	92.49	0.85%
6	Perdagangan dan Jasa	63.95	0.59%	73.67	0.68%	92.68	0.85%
7	Perkebunan Campuran	4879.20	44.82%	5087.07	46.73%	5088.23	46.74%
8	Permukiman	1189.60	10.93%	1259.58	11.57%	1436.71	13.20%
9	RTH	59.40	0.55%	61.41	0.56%	62.08	0.57%
10	Sawah	2358.71	21.67%	2216.86	20.36%	1949.40	17.91%
11	Tidak Terbangun	20.16	0.19%	17.72	0.16%	21.35	0.20%
Total		10886.19	100%	10886.19	100%	10886.19	100%

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Perubahan luas penggunaan lahan per kecamatan tahun 2013-2023 dapat dilihat pada [Tabel 3](#). Berdasarkan perubahan luas yang terjadi, dapat diketahui bahwa fasilitas umum, industri dan pergudangan, ladang, perdagangan dan jasa, perkebunan campuran, RTH, dan lahan tidak terbangun mengalami peningkatan luasan. Adapun peningkatan luas paling signifikan, yakni permukiman sebesar +247.11 ha, terutama terjadi di Kecamatan Kotamobagu Timur dan Kotamobagu Selatan. Peningkatan luas permukiman salah satunya disebabkan oleh terdapatnya pengembangan perumahan baru dan perluasan area dari perumahan yang telah ada sebelumnya pada daerah pinggiran kota.

Peningkatan luas yang terjadi pada beberapa penggunaan lahan tersebut disertai dengan penurunan luas pada penggunaan lahan lainnya, yakni lahan hutan, sawah, dan perairan (kolam/tambak). Penurunan luas signifikan terjadi pada lahan sawah yang terus berlanjut setiap tahun selama periode penelitian, dengan total -409.31 ha. Pengurangan luas sawah tersebut terjadi di setiap kecamatan, namun yang paling besar terjadi di Kecamatan Kotamobagu Selatan. Hasil ini juga menunjukkan bahwa peningkatan luas lahan permukiman dan penurunan lahan sawah terus terjadi hingga saat ini, sebagaimana hasil penelitian yang dilakukan oleh [Mokodompit dkk. \(2019\)](#) dalam periode 2009-2019.

Tabel 3. Perubahan Luas Penggunaan Lahan Kota Kotamobagu Periode Tahun 2013-2023

No.	Kelas Penggunaan Lahan	Kotamobagu Barat (ha)	Kotamobagu Selatan (ha)	Kotamobagu Timur (ha)	Kotamobagu Utara (ha)	Total (ha)
1	Fasilitas Umum	-0.70	1.88	2.00	0.39	+3.57
2	Hutan	0.00	-242.37	-47.18	0.00	-289.55
3	Industri dan Pergudangan	1.97	1.97	0.00	0.00	+3.95
4	Ladang	22.70	133.87	38.71	22.66	217.93
5	Perairan	-2.88	-0.97	-11.47	0.00	-15.33
6	Perdagangan dan Jasa	6.96	11.08	9.99	0.69	+28.72
7	Perkebunan Campuran	-21.08	188.05	59.09	-17.03	+209.04

No.	Kelas Penggunaan Lahan	Kotamobagu Barat (ha)	Kotamobagu Selatan (ha)	Kotamobagu Timur (ha)	Kotamobagu Utara (ha)	Total (ha)
8	Permukiman	35.93	95.45	87.26	28.47	+247.11
9	RTH	0.00	2.41	0.00	0.27	+2.68
10	Sawah	-40.55	-191.74	-141.07	-35.95	-409.31
11	Tidak Terbangun	-2.35	0.36	2.68	0.51	+1.20

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Selanjutnya, berdasarkan hasil analisis *overlay* pada penggunaan lahan Kota Kotamobagu tahun 2013 dan tahun 2023, diketahui bahwa lahan sawah merupakan yang paling dominan berubah atau terkonversi. Sebagian besar pengurangan luas lahan sawah yang terjadi terkonversi menjadi ladang (229.43

ha) dan permukiman (109.02 ha) (Tabel 4). Merujuk pada penelitian sebelumnya, ini disebabkan oleh keputusan petani untuk melakukan alih fungsi lahan (Mokodompit dkk., 2019) dan pembangunan disekitar lahan pertanian (Rondonuwu, 2017).

Tabel 4. Matriks Konversi Penggunaan Lahan Kota Kotamobagu Tahun 2013-2023.

		Penggunaan Lahan Tahun 2023 (ha)											
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Total
Penggunaan Lahan Tahun 2013 (ha)	A	124.24					0.49					1.06	125.79
	B		1255.57					289.55					1545.12
	C			14.84									14.84
	D	2.01		1.45	360.34	0.39	3.77	93.56	57.11		0.29	2.67	521.61
	E				2.07	88.93	2.04	5.90	8.47			0.40	107.82
	F						63.95						63.95
	G	1.44		1.38	147.38		1.11	4643.14	82.32	0.27	2.01	0.25	4879.31
	H	0.05		0.36	0.21		18.33		1170.65				1189.61
	I									59.40			59.40
	J	1.61		0.63	229.43	3.18	1.41	56.18	109.02	2.41	1947.09	7.77	2358.71
	K			0.12	0.12		1.57		9.14			9.20	20.16
Total		129.35	1255.57	18.79	739.55	92.49	92.68	5088.34	1436.71	62.08	1949.40	21.35	10886.31

Sumber: Hasil Analisis 2024

Keterangan: A : Fasilitas Umum E : Perairan I : RTH
 B : Hutan F : Perdagangan dan Jasa J : Sawah
 C : Industri dan Pergudangan G : Perkebunan Campuran K : Tidak Terbangun
 D : Ladang H : Permukiman

Perubahan penggunaan lahan dari pertanian menjadi lahan non-pertanian yang terus terjadi di Kota Kotamobagu ini merupakan konsekuensi dari terus meningkatnya jumlah penduduk dan perkembangan kota. Namun di sisi lain, hal ini berpotensi mengancam kelangsungan lahan pertanian yang produktif dan apabila tidak adanya upaya untuk melindungi lahan pertanian tersebut, maka pertumbuhan lahan terbangun di

Kota Kotamobagu dapat terus berkembang tanpa kendali (*urban sprawl*) (Sarosa, 2020). Selain itu, apabila pengembangan yang terus mengarah pada daerah pinggiran kota dengan mengorbankan dan mengubah fungsi lahan pertanian juga mengancam kondisi lingkungan (Chakraborti dkk., 2018) dan bertolak belakang dengan pencapaian SDGs (Koroso dkk., 2021). Oleh karena itu, dibutuhkan pembangunan kota

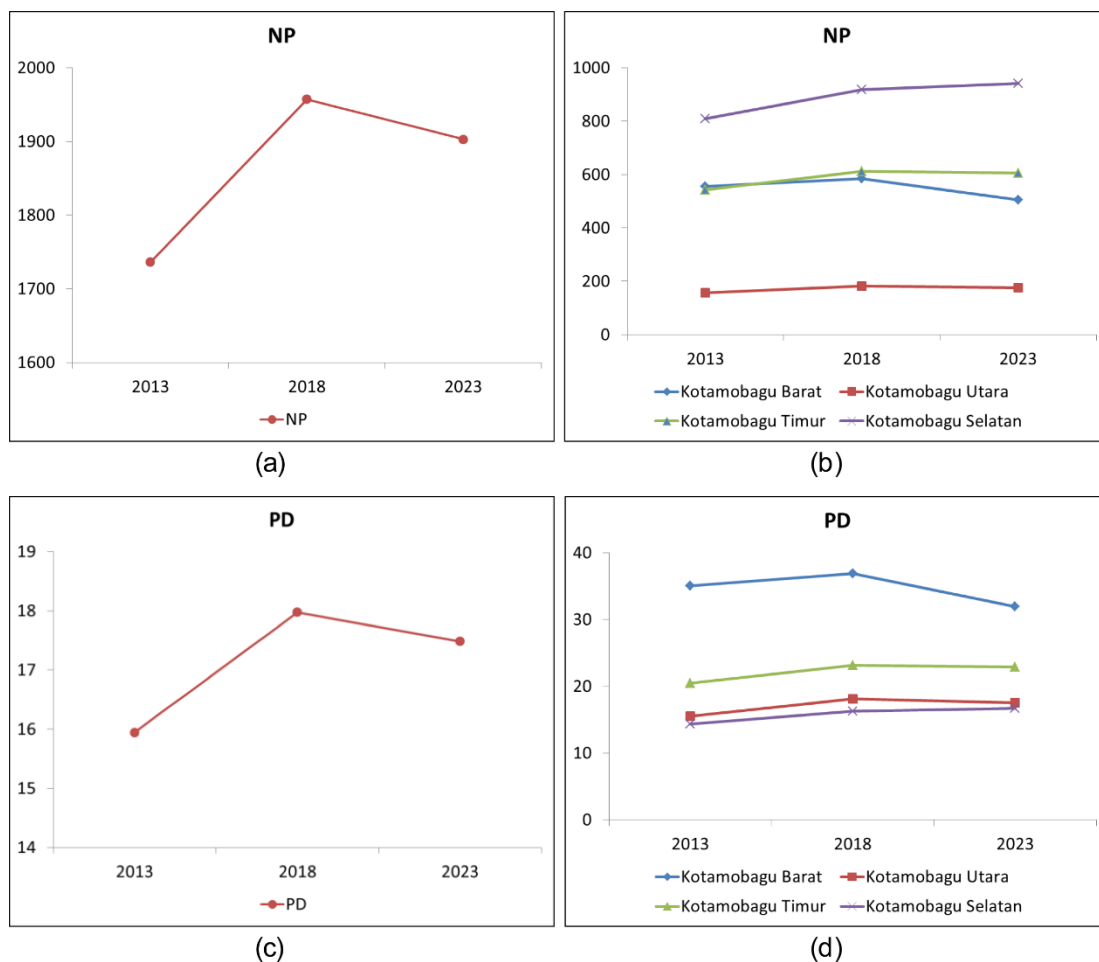
yang kompak serta adanya penetapan batas pertumbuhan kota (Sarosa, 2020), sehingga tidak mengambil kawasan pertanian ataupun kawasan hijau, serta diiringi konsistensi terhadap penegakkan rencana tata ruang wilayah.

Dinamika Kerapatan dan Keragaman Penggunaan Lahan Kota Kotamobagu

Perhitungan menggunakan *metric* NP, PD, dan SHDI dilakukan pada tingkatan *landscape*, yaitu wilayah Kota Kotamobagu secara keseluruhan dan wilayah setiap kecamatan.

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai NP Kotamobagu menunjukkan peningkatan selama

periode 2013-2018, dengan penambahan sebanyak 221 *patch*. Namun, pada periode 2018-2023, nilai NP mengalami penurunan sebanyak - 54 *patch*. Perubahan yang serupa juga terjadi pada hasil perhitungan PD yang memiliki karakteristik dinamika yang sama dengan nilai NP. Ketika nilai NP bertambah, hal ini mengakibatkan peningkatan nilai PD (Aithal & Ramachandra, 2016). Nilai PD pada tahun 2013 yakni 15,95 *patch/100ha*, pada tahun 2018 meningkat menjadi 17,98 *patch/100ha*, dan pada tahun 2023 kembali turun menjadi 17,48 *patch/100ha*.



Gambar 2. Grafik Dinamika Pola Kerapatan Penggunaan Lahan Menggunakan *Metric Number of Patch* (NP) dan *Metric Patch Density* (PD)

Sumber: Hasil analisis, 2023

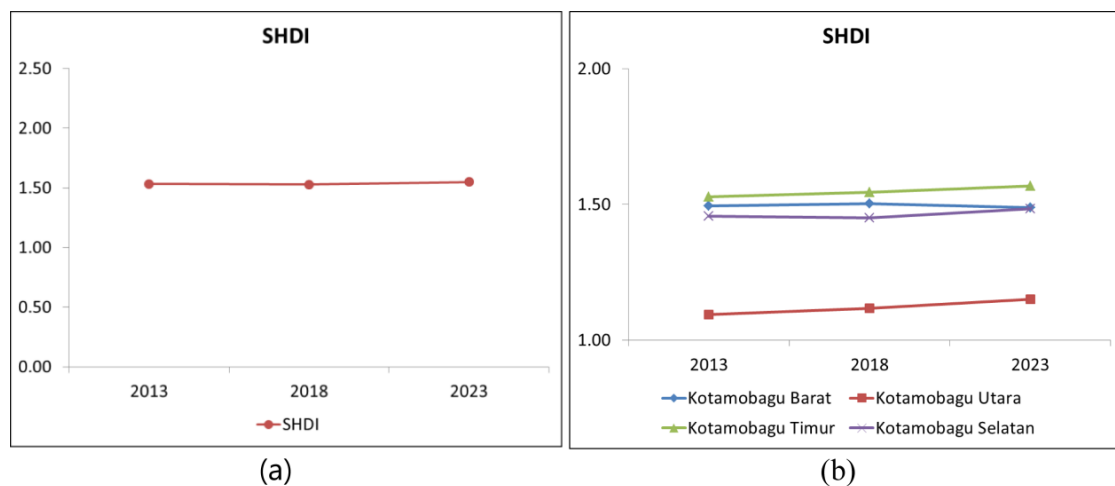
Keterangan: (a) Nilai NP Kota Kotamobagu; (b) Nilai NP per Kecamatan di Kota Kotamobagu; (c) Nilai PD Kota Kotamobagu; (d) Nilai PD per Kecamatan di Kota Kotamobagu

Peningkatan nilai NP dan PD pada periode 2013-2018 menunjukkan pola perkembangan terfragmentasi yang menyebabkan tingkat kerapatan penggunaan lahan menjadi lebih rendah (Wijaya dkk., 2017) (Gambar 2 (a) dan (c)). Hal ini dikarenakan terdapat pertumbuhan *patch* baru dengan ukuran kecil dan cenderung menyebar. Kemudian pada periode 2018-2023 penurunan nilai dikarenakan berkurangnya jumlah *patch*, serta adanya *patch* jenis penggunaan lahan yang sama cenderung berkembang mengisi tepian dan ruang-ruang kosong di antara lahan yang sudah ada sehingga *patch* yang sebelumnya berukuran kecil, menyatu dengan *patch* lain atau teragregat. Hal ini juga didukung dengan hasil penelitian (Rijal dkk., 2016), bahwa berkurangnya jumlah *patch* yang terbentuk menyebabkan tingkat fragmentasi penggunaan lahan menurun.

Perhitungan NP dan PD juga dilakukan pada setiap wilayah kecamatan di Kota Kotamobagu. Analisis pada setiap kecamatan dilakukan karena memiliki karakteristik masing-masing dan turut mempengaruhi tingkat kerapatan penggunaan lahan wilayah kota secara

keseluruhan (Wijaya dkk., 2017). Hasil analisis menunjukkan bahwa pada periode 2013-2018 setiap kecamatan mengalami peningkatan nilai NP dan PD. Kemudian, pada periode 2018-2023 setiap kecamatan mengalami penurunan nilai NP dan PD walaupun dengan nilai yang relatif kecil, kecuali Kecamatan Kotamobagu Selatan yang terus meningkat (Gambar 2 (b) dan (d)).

Peningkatan nilai NP dan PD yang terus terjadi di Kecamatan Kotamobagu Selatan menunjukkan bahwa pola penggunaan lahan berkembang secara menyebar atau terfragmentasi. Hasil ini juga sama dengan penelitian yang dilakukan Ramachandra dkk., (2012) yang menunjukkan kecenderungan fragmentasi terjadi pada daerah pinggiran kota, dimana menurut Dewa dkk. (2022) hal ini turut mengindikasikan fenomena *urban sprawl*. Kondisi ini juga dapat menyebabkan rendahnya efisiensi penggunaan lahan dan penurunan kualitas ekosistem (X. Liu dkk., 2017), serta ekspansi perkotaan yang merambah lahan pertanian (Z. Liu dkk., 2016), mengingat luasnya lahan pertanian di Kecamatan Kotamobagu Selatan.



Gambar 3. Grafik Dinamika Keragaman Penggunaan Lahan Menggunakan *Metric* SHDI
Sumber: Hasil analisis, 2023

Keterangan: (a) Nilai SHDI Kota Kotamobagu; (b) Nilai SHDI per Kecamatan di Kota Kotamobagu.

Selanjutnya, dinamika keragaman penggunaan lahan dilakukan menggunakan perhitungan metric SHDI. Data multi-temporal mengenai tingkat keragaman dapat memberikan gambaran tentang bagaimana suatu wilayah

berkembang dari waktu ke waktu (Wijaya dkk., 2017). Berdasarkan hasil analisis dinamika keragaman penggunaan lahan di Kota Kotamobagu menggunakan metric SHDI menunjukkan penurunan nilai indeks keragaman

terjadi pada tahun 2018 namun tidak signifikan yang kemudian kembali mengalami peningkatan di tahun 2023 (Tabel 5 dan Gambar 3). Peningkatan nilai indeks keragaman selama periode 2013-2023 menunjukkan bahwa penggunaan lahan Kota Kotamobagu menjadi lebih beragam dan terdapat perkembangan walaupun dengan nilai yang kecil. Sama halnya

dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Wijaya dkk. (2017), bahwa kenaikan nilai yang kecil ini juga sekaligus mengindikasikan kecilnya tingkat perkembangan penggunaan lahan di Kota Kotamobagu.

Tabel 5. Nilai SHDI dan Tingkat Keragaman Penggunaan Lahan Kota Kotamobagu Tahun 2013, 2018 dan 2023

Tahun	SHDI	Tingkat Keragaman
2013	1.53	Sedang
2018	1.53	Sedang
2023	1.55	Sedang

Sumber: Hasil analisis, 2023

Setiap kecamatan menunjukkan tren perubahan nilai SHDI yang berbeda-beda (Tabel 6). Kecamatan Kotamobagu Timur, Kotamobagu Utara dan Kotamobagu Selatan mengalami peningkatan nilai keragaman penggunaan lahan selama periode 2013-2023. Sedangkan Kecamatan Kotamobagu Barat menunjukkan tren perubahan nilai yang cenderung stabil dan tidak mengalami perkembangan yang signifikan. Hal tersebut sekaligus mengindikasikan bahwa perkembangan penggunaan lahan di Kota Kotamobagu tidak lagi terfokus di Kecamatan Kotamobagu Barat yang mana sebagai pusat kota, namun berkembang di kecamatan sekitarnya dan menuju pinggiran kota.

Merujuk pada kategori tingkat keragaman, penggunaan lahan di Kota Kotamobagu dan pada masing-masing kecamatan dari tahun 2013 hingga 2023 termasuk dalam kategori sedang (Tabel 5 dan Tabel 6), yang artinya jumlah *patch* setiap jenis penggunaan lahan hampir seimbang dan masih terdapat beberapa jenis penggunaan lahan yang mendominasi (Athifah dkk., 2019). Tinggi rendahnya nilai SHDI dipengaruhi banyaknya jenis penggunaan lahan dan/atau proporsi jumlah *patch* setiap jenis penggunaan lahan (Łowicki, 2019).

Tabel 6. Nilai SHDI dan Tingkat Keragaman Penggunaan Lahan setiap Kecamatan di Kota Kotamobagu Tahun 2013, 2018 dan 2023

Tahun	Kotamobagu Barat		Kotamobagu Selatan		Kotamobagu Timur		Kotamobagu Utara	
	SHDI	Tingkat Keragaman	SHDI	Tingkat Keragaman	SHDI	Tingkat Keragaman	SHDI	Tingkat Keragaman
2013	1.49	Sedang	1.46	Sedang	1.53	Sedang	1.09	Sedang
2018	1.50	Sedang	1.45	Sedang	1.55	Sedang	1.12	Sedang
2023	1.49	Sedang	1.48	Sedang	1.57	Sedang	1.15	Sedang

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Simpulan

Kota Kotamobagu terus mengalami perubahan dari penggunaan lahan pertanian menjadi lahan non-pertanian. Hal ini telah berpengaruh terhadap dinamika pola spasial, dimana memicu peningkatan fragmentasi dan keragaman penggunaan lahan.

Berdasarkan hasil analisis dinamika pola spasial penggunaan lahan Kota Kotamobagu menggunakan *spatial metrics*, bahwa periode 2013-2018 menunjukkan pola perkembangan penggunaan lahan yang terfragmentasi dan cenderung teragregasi pada periode 2018-2023. Fragmentasi penggunaan lahan dominan terjadi di Kecamatan Kotamobagu Selatan, mengindikasikan fenomena *urban sprawl* yang dapat mengancam kelangsungan lahan pertanian produktif. Sedangkan keragaman penggunaan lahan menunjukkan peningkatan nilai, walaupun tidak signifikan dan masih termasuk dalam kategori keragaman sedang. Hal ini mencerminkan bahwa penggunaan lahan di Kota Kotamobagu menjadi lebih beragam, namun dengan pertumbuhan yang kecil. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa perkembangan penggunaan lahan di Kota Kotamobagu relatif rendah dengan beberapa jenis penggunaan lahan yang masih mendominasi, sehingga belum cukup mendorong diversifikasi yang lebih signifikan.

Hasil dari penelitian ini memberikan informasi dasar dalam memahami kondisi terkini pertumbuhan Kota Kotamobagu dan dapat menjadi acuan serta strategi bagi pemerintah dalam menghadapi perubahan penggunaan lahan yang cepat akibat perkembangan kota. Temuan ini mendukung perumusan kebijakan perencanaan yang komprehensif guna mengendalikan *urban sprawl*, meningkatkan efisiensi penggunaan lahan dan memastikan pembangunan yang berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa *spatial metrics* merupakan metode yang efektif dalam memantau dinamika pola spasial perkembangan kota, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam proses penataan ruang. Untuk mencegah dampak negatif jangka panjang, diperlukan penelitian lanjutan dengan pemodelan prediksi pola spasial perubahan penggunaan lahan, sehingga perkembangan penggunaan lahan di Kota Kotamobagu di masa mendatang dapat diketahui.

Ucapan terima kasih

Terima kasih kepada Kepala dan Sekretaris Laboratorium Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Sam Ratulangi atas dukungan fasilitas dalam penelitian ini.

Referensi

- Aguilera, F., Valenzuela, L. M., & Botequilha-Leitão, A. (2011). Landscape metrics in the analysis of urban land use patterns: A case study in a Spanish metropolitan area. *Landscape and Urban Planning, 99*(3-4), 226-238. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.10.004>
- Aithal, B. H., & Ramachandra, T. V. (2016). Visualization of Urban Growth Pattern in Chennai Using Geoinformatics and Spatial Metrics. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 44*(4), 617-633. <https://doi.org/10.1007/s12524-015-0482-0>
- Andika, I. P. A., Tambunan, M. P., & Marko, K. (2021). Spatial pattern change of land use change in tidal flood area of the coast of Cirebon Regency. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 846*(1), 012025. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/846/1/012025>
- Apriani, N. (2016). Uji Manova Untuk Mengetahui Pengaruh Pemekaran Wilayah Terhadap Perkembangan Jumlah Area Terbangun Permukiman (Studi Kasus di Kota Kotamobagu Sulawesi Utara). *Jurnal Teknologi Technoscientia, 9*(1), 11-17. <https://doi.org/10.34151/technoscientia.v9i1.144>
- Athifah, A., Putri, M. N., Wahyudi, S. I., & Rohyani, I. S. (2019). Keanekaragaman Mollusca Sebagai Bioindikator Kualitas Perairan di Kawasan TPA Kebon Kongok Lombok Barat. *Jurnal Biologi Tropis, 19*(1), 54-60. <https://doi.org/10.29303/jbt.v19i1.774>
- Azareh, A., Sardooi, E. R., Gholami, H., Mosavi, A., Shahdadi, A., & Barkhori, S. (2021). Detection and prediction of lake

- degradation using landscape metrics and remote sensing dataset. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(21), 27283–27298.
<https://doi.org/10.1007/s11356-021-12522-8>
- Azimur, R., Utami, W., & Sutaryono. (2022). Pendekatan Interpretasi Visual dan Digital Citra Pleiades Untuk Klasifikasi Penutup Lahan. *GEOGRAPHY: Jurnal Kajian Penelitian & Pengembangan Pendidikan*, 10(1), 18–31.
<https://doi.org/10.31764/geography.v10i1.7028>
- Chakraborti, S., Das, D. N., Sannigrahi, S., & Banerjee, A. (2018). Assessing Dynamism of Urban Built-up Growth and Landuse Change Through Spatial Metrics: A Study on Siliguri and its Surroundings. *Indian Journal of Geography & Environment*, 15–16.
- Dewa, D. D., Buchori, I., Sejati, A. W., & Liu, Y. (2022). Shannon Entropy-based urban spatial fragmentation to ensure sustainable development of the urban coastal city: A case study of Semarang, Indonesia. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 28, 100839.
<https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100839>
- Farizkhar, Somantri, L., & Himayah, S. (2022). Pemanfaatan Object-Based Image Analysis (OBIA) pada Citra SPOT-6 untuk Identifikasi Jenis Penutup Lahan Vegetasi di Kota Bogor. *JPIG (Jurnal Pendidikan dan Ilmu Geografi)*, 7(1), 53–61.
<https://doi.org/10.21067/jpig.v7i1.6546>
- Firmansyah, F., Pamungkas, A., & Larasati, K. D. (2018). Spatial pattern analysis using spatial metrics: A case study in Surabaya, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 202, 012018.
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/202/1/012018>
- Fitri Hastari, N. R., Ningrum, E. R., Setyowati, P., Nadia, H., Putra, Q. I., Lutfiana, S., Akbar, M. R., Lestari, H. D., Ramadhan, M. F., Budiman, L. S., & Haryono, E. (2021). Spatial pattern analysis of land cover changes using Fragstat in Kendal Delta, Kendal Regency, Central Java. *E3S Web of Conferences*, 325, 07003.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/202132507003>
- Hatam, R., & South, G. F. E. (2018). Perubahan Pemanfaatan Lahan di Kecamatan Kota Selatan Kota Kotamobagu Tahun 2000 – 2013. *Geografi Digital Dalam Era Perkembangan Teknologi: Penunjang Informasi Kemaritiman dan Kebencanaan*, 924–926.
- Hatam, R., Yunus, H. S., Rijanta, & Gyarsih, S. R. (2016). The Correlation between Road Network Infrastructure and Proliferation of Region in Kotamobagu City. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 6(5).
- Herold, M., Couclelis, H., & Clarke, K. C. (2005). The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. *Computers, Environment and Urban Systems*, 29(4), 369–399.
<https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2003.12.001>
- Hidayah, Z., & Suharyo, O. S. (2018). Analisa Perubahan Penggunaan Lahan Wilayah Pesisir Selat Madura. *Rekayasa*, 11(1), 19.
<https://doi.org/10.21107/rekayasa.v11i1.4120>
- Huang, Z., Qi, H., Kang, C., Su, Y., & Liu, Y. (2020). An Ensemble Learning Approach for Urban Land Use Mapping Based on Remote Sensing Imagery and Social Sensing Data. *Remote Sensing*, 12(19), 3254.
<https://doi.org/10.3390/rs12193254>
- Istanabi, T., Mauludya, Y. E. J., & Miladan, N. (2023). Compact or Fragmented? The Development of Spatial Pattern in Southern Peri Urban Area of Surakarta

- City Using Spatial Metric Analysis. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1264(1), 012008. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1264/1/012008>
- Juknelienė, D., Kazanavičiūtė, V., Valčiukienė, J., Atkocevičienė, V., & Mozgeris, G. (2021). Spatiotemporal Patterns of Land-Use Changes in Lithuania. *Land*, 10(6), 619. <https://doi.org/10.3390/land10060619>
- Koroso, N. H., Lengoiboni, M., & Zevenbergen, J. A. (2021). Urbanization and urban land use efficiency: Evidence from regional and Addis Ababa satellite cities, Ethiopia. *Habitat International*, 117, 102437. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2021.102437>
- Kosasih, D., Buce Saleh, M., & Budi Prasetyo, L. (2019). Visual and Digital Interpretations for Land Cover Classification in Kuningan District, West Java. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(2), 101–108. <https://doi.org/10.18343/jipi.24.2.101>
- Levin, G., Fjellstad, W. J., Rehunen, H., Rehunen, A., & Münier, B. (2008). Connectivity of nature in the Nordic countries (CONNOR). Dalam *Nordic Council of Ministers*. Nordic Council of Ministers, Copenhagen 2008.
- Liu, X., Liu, H., Chen, W., & Zhang, Z. (2017). Spatiotemporal Fragmentation of Urban Residential Land Use: A Case Study from China. *Sustainability*, 9(7), 1096. <https://doi.org/10.3390/su9071096>
- Liu, Z., He, C., & Wu, J. (2016). General Spatiotemporal Patterns of Urbanization: An Examination of 16 World Cities. *Sustainability*, 8(1), 41. <https://doi.org/10.3390/su8010041>
- Łowicki, D. (2019). Landscape pattern as an indicator of urban air pollution of particulate matter in Poland. *Ecological Indicators*, 97, 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.09.050>
- McGarigal, K., & Marks, B. J. (1995). *FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. (No. PNW-GTR-351; hlm. PNW-GTR-351). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. <https://doi.org/10.2737/PNW-GTR-351>
- Mokodompit, P. I. S., Kindangen, J. I., & Tarore, R. C. (2019). Perubahan Lahan Pertanian Basah di Kota Kotamobagu. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, 6(3). <https://doi.org/10.35793/sp.v6i3.26456>
- Noer, M., & Wibowo, A. (2024). *Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan dengan Metode Klasifikasi Terbimbing menggunakan Data Google Earth*. 12(1), 32–41. <https://doi.org/10.23887/jjppg.v12i01.69945>
- Noviani, R., Ahmad, & Marfu'ah, I. N. (2024). Spatial patterns analysis of land use changes using spatial metrics in the peri-urban area of Surakarta City 2023. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1314(1), 012089. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1314/1/012089>
- Peng, J., Wang, Y., Zhang, Y., Wu, J., Li, W., & Li, Y. (2010). Evaluating the effectiveness of landscape metrics in quantifying spatial patterns. *Ecological Indicators*, 10(2), 217–223. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.04.017>
- Ramachandra, T. V., Setturu, B., & Aithal, B. H. (2012). Peri-Urban to Urban Landscape Patterns Elucidation through Spatial Metrics. *International Journal of Engineering Research and Development*, 2(12), 58–81.
- Regasa, M. S., Nones, M., & Adeba, D. (2021). A Review on Land Use and Land Cover Change in Ethiopian Basins. *Land*, 10(6), 585. <https://doi.org/10.3390/land10060585>

- Reis, J. P., Silva, E. A., & Pinho, P. (2016). Spatial metrics to study urban patterns in growing and shrinking cities. *Urban Geography*, 37(2), 246–271. <https://doi.org/10.1080/02723638.2015.1096118>
- Rijal, S., Saleh, M. B., Jaya, I. N. S., & Tiryana, T. (2016). Spatial Metrics of Deforestation in Kampar and Indragiri Hulu, Riau Province. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika (Journal of Tropical Forest Management)*, 22(1), 24–34. <https://doi.org/10.7226/jtfm.22.1.24>
- Rondonuwu, C. O. (2017). Kehidupan Petani Padi di Kelurahan Tumobui Kecamatan Kotamobagu Kota Kotamobagu. *HOLISTIK*, 20.
- Rondonuwu, D. M., Kepel, R. C., & Angmalisang, P. A. (2023). *Spatial Pattern Dynamics of Sea and Shoreline Reclamation on the Coast of Manado City, Indonesia*. 34(2), 54–74.
- Rutledge, D. (2003). *Landscape indices as measures of the effects of fragmentation: Can pattern reflect process? Doc Science Internal Series 98*. New Zealand Department of Conservation.
- Salakory, M., & Rakuasa, H. (2022). Modeling of Cellular Automata Markov Chain for Predicting the Carrying Capacity of Ambon City. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 12(2), 372–387. <https://doi.org/10.29244/jpsl.12.2.372-387>
- Saputra, M., Nugraha, I., Agus, F., & Hidayah, A. (2022). Prediksi Perubahan Penutup Lahan menggunakan Integrasi Cellular Automata dan Analytical Hierarchy Process (AHP) (Studi Kasus: Kota Pekanbaru). *Journal of Urban and Regional Planning for Sustainable Environment*, 01(01), 2.
- Sarosa, W. (2020). *Kota untuk semua: Hunian yang selaras dengan sustainable development goals dan new urban agenda* (Cetakan ke-1). Exposé.
- Tambajong, J., Monimbar, W., & Verry, L. (2017). Identifikasi Perubahan Penggunaan Lahan Koridor Jalan Trans Sulawesi di Amurang. *SPASIAL*, 4(3). <https://doi.org/10.35793/sp.v4i3.17296>
- Uemaa, E., Mander, Ü., & Marja, R. (2013). Trends in the use of landscape spatial metrics as landscape indicators: A review. *Ecological Indicators*, 28, 100–106. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.07.018>
- Wahyudi, A., Liu, Y., & Corcoran, J. (2019). Combining Landsat and landscape metrics to analyse large-scale urban land cover change: A case study in the Jakarta Metropolitan Area. *Journal of Spatial Science*, 64(3), 515–534. <https://doi.org/10.1080/14498596.2018.1443849>
- Warni, A. N., & Ahyuni, A. (2024). Analisis Perkembangan Kota Bukittinggi dan Sekitarnya Tahun 2005-2022 Menggunakan Metode Spatial Metric. *YASIN*, 4(2), 152–164. <https://doi.org/10.58578/yasin.v4i2.2810>
- Wijaya, A., & Susetyo, C. (2017). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Kota Pekalongan Tahun 2003, 2009, dan 2016. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), C417–C420. <https://doi.org/10.12962/jj23373539.v6i2.24454>
- Wijaya, A., Susetyo, C., Diny, A. Q., Nabila, D. H., Pamungkas, R. P., Hadikunnuha, M., & Pratomoatmojo, N. A. (2017). *Spatial Pattern Dynamics Analysis at Coastal Area Using Spatial Metric in Pekalongan, Indonesia*. Preprints. <https://doi.org/10.20944/preprints201705.0149.v1>
- Wu, Y., Li, S., & Yu, S. (2016). Monitoring urban expansion and its effects on land use and

land cover changes in Guangzhou city, China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(1), 54.
<https://doi.org/10.1007/s10661-015-5069-2>

Yambo, F. N., Nurkukuh, D. K., & Kurniawati, A. I. (2022). Pola Perkembangan Permukiman di Kota Kotamobagu. *Matra*, 3(1), 43–50.

Yue, W., Liu, Y., & Fan, P. (2013). Measuring urban sprawl and its drivers in large Chinese cities: The case of Hangzhou. *Land Use Policy*, 31, 358–370.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.07.018>