

FRAGMENTASI SPASIAL PENGGUNAAN LAHAN MENGGUNAKAN SPATIAL METRIC DI KECAMATAN MAPANGET DAN BUNAKEN KOTA MANADO

Rieneke L. E. Sela^{1,*}, Andy Malik², Sony Tilar³, Dwight Mambu⁴, Rodrygo H. Pelealu⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi

*rienekesela@unsrat.ac.id

Article Info: Received: 10 February 2025, Accepted: 28 February 2025, Published: 9 July 2025

ABSTRACT.

Changes in land use and possible deviations as well as the presence of Manado City RTRW 2024–2042 are new spatial aspects of the strategic area of the city need to be studied further to support development planning. The aim of this study is to look at land use changes in 2014–2024 in Mapanget and Bunaken districts, which are strategic areas in Manado City. This study uses a spatial metric method, which is used to see the spatial fragmentation of how many areas of land are divided into smaller and separated parts. Variables used are NP, Patch Density, and SHDI . The outcome in the Mapanget district showed an increase in the value of NP and PD on housing land, indicating that the use of housing lands was increasingly spread from 2014 - 2024. On the other hand, in Bunaken district, NP values and PD increased on Settlements, Bushes and Road. SHDI in Mapanget district indicates a small increase in value and Bunaken district has a decrease, it indicates that the small level of development of land use in Mapanget and Bunaken districts..

Keywords: Fragmentasi spasial, Land use, Spatial Metric

ABSTRAK.

Perubahan penggunaan lahan dan kemungkinan terjadi deviasi serta adanya RTRW Kota Manado Tahun 2024–2042 yang baru aspek spasial kawasan strategis kota perlu dipelajari lebih lanjut untuk mendukung perencanaan pembangunan. Tujuan pada penelitian ini untuk melihat penggunaan lahan yang mengalami perubahan di wilayah strategis Kota Manado, yaitu Kecamatan Mapanget dan Bunaken, dari tahun 2014 - 2024. Fokus penelitian ini adalah mengetahui fragmentasi spasial atau seberapa banyak area tanah yang terbagi menjadi bagian yang lebih kecil dan terpisah satu sama lain. Variabel pada penelitian ini menggunakan NP; *Patch Density*; dan SHDI . Hasilnya di Kecamatan Mapanget menunjukkan peningkatan nilai NP dan PD pada guna lahan perumahan, menunjukkan bahwa penggunaan lahan perumahan semakin tersebar dari tahun 2014 - 2024. Di sisi lain, di Kecamatan Bunaken, nilai NP dan PD meningkat pada Pekarangan/Permukiman, Semak/Belukar dan Jalan. Guna lahan Jalan meningkat secara signifikan dari tahun 2014 - 2024. SHDI di Kecamatan Mapanget menunjukkan kenaikan nilai (12246 menjadi 12729) yang tergolong kecil dan Kecamatan Bunaken mengalami penurunan (16061 menjadi 18002) hal ini menunjukkan bahwa tingkat perkembangan penggunaan lahan di Kecamatan Mapanget dan Bunaken relatif rendah.

Kata kunci: Fragmentasi Spasial, Penggunaan Lahan, *Spatial Metric*

PENDAHULUAN

Perubahan penggunaan lahan merupakan salah satu aspek spasial yang tahun terakhir ini menjadi tantangan dalam suatu perencanaan spasial (Solly 2021). Penyebab salah satu terjadinya perubahan penggunaan lahan adalah meningkatnya jumlah penduduk yang menyebabkan tingginya permintaan lahan (Saputra et al. 2022) perubahan penggunaan lahan yang dilakukan seperti terjadinya

pembangunan permukiman, perdagangan dan jasa dan lainnya (Boreel, Parera, and Meliani 2022).

Fragmentasi spasial adalah istilah yang digunakan dalam berbagai konteks, seperti pada perkotaan fragmentasi spasial merujuk pada pembagian kawasan perkotaan menjadi bagian-bagian terkecil yang dimana dipengaruhi oleh mobilitas penduduk, aksesibilitas dan kualitas perkotaan (Nurdiana and Giyarsih 2016). Fragmentasi guna lahan pada perkotaan pun

dapat mempengaruhi nilai lahan yang berfungsi untuk mengoptimalkan komposisi penggunaan lahan campuran (*mixed use*) untuk pembangunan berkelanjutan (AJI and Pramono 2020).

Perubahan penggunaan lahan yang terus-menerus dan cepat terhadap pertumbuhan kota perlu diperhatikan bagi para perencana dan pemerintah (Cengiz, Görmüş, and Oğuz 2022) demikian juga perubahan yang terjadi menjadi pertimbangan dalam perencanaan tata ruang (*spatial plan*) (Gomes, Costa, and Abrantes 2024).

Arahan RTRW Kota Manado Tahun 2023 - 2042 sebagai *spatial plan* Kota Manado menjelaskan bahwa Kecamatan Mapanget adalah wilayah strategis kota karena pentingnya pertumbuhan ekonomi kreatif serta berdasarkan SK Walikota No 128 Tahun 2017 ditetapkan sebagai deliniasi kota baru Manado. Sementara Kecamatan Bunaken merupakan area penting dari segi fungsi dan daya dukung lingkungan hidup.

Prediksi di Kecamatan Mapanget akan terjadi perubahan penggunaan lahan permukiman selama 20 tahun meningkat sebesar 201% yang disebabkan oleh faktor pendorong, sehingga berpotensi terjadinya deviasi berdasarkan arahan rencana pola ruang untuk kawasan permukiman (Sela et al. 2024). Kondisi tersebut mengisyaratkan terjadinya dinamika dalam penggunaan lahan.

Analisis Spasial terhadap perubahan penggunaan lahan adalah analisis yang dilakukan untuk dapat melihat prediksi perubahan penggunaan lahan pada beberapa tahun terakhir (Regasa, Nones, and Adebba 2021). Analisis yang dapat dilakukan yang berkaitan dengan perkembangan spasial dalam konteks perkotaan ini adalah dengan menggunakan *spatial metrics* (Kong et al. 2012). Dalam perkembangannya, *spatial metric* yang umum digunakan adalah fragmentasi yaitu seberapa banyak area lahan terpecah menjadi bagian-bagian lebih kecil dan terpisah (Fjellstad et al. 2008; Xing and Meng 2020).

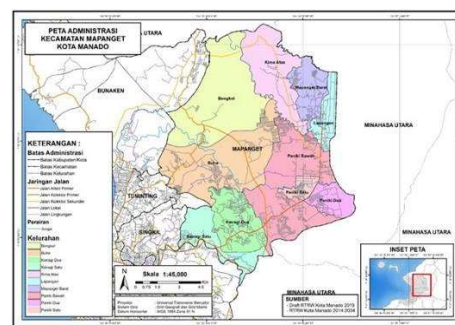
Metode *spatial metrics* ini digunakan untuk menganalisis pola dan bentuk suatu area secara kuantitatif dengan mengklasifikasikan dan menginterpretasikan area dalam *patch*, *class*, dan *landscape* (Firmansyah, Pamungkas, and Larasati 2018; Fjellstad et al. 2008; Wang, Li, and Li 2021). Analisis dengan *spatial metric* selain

didukung dengan software ArcMap tetapi yang paling utama menggunakan perangkat lunak *fragstats*, yang dikembangkan oleh Kevin McGarigal. *Fragstats* mampu menganalisis pola dan karakteristik spasial penggunaan lahan secara statis memiliki 59 indeks yang mencerminkan karakteristik spasial penggunaan lahan (McGarigal and Marks 1995).

Penelitian-penelitian sebelumnya yang telah dilakukan dengan memprediksi penggunaan lahan dan potensi deviasi, serta telah diterbitkan dokumen *spatial plan* terbaru sehingga aspek spasial pada kawasan strategis kota merupakan analisis yang perlu dilakukan lebih mendetail untuk mendukung perencanaan pembangunan. Atas dasar itulah maka perlu dilakukan penelitian lanjutan, bertujuan mengidentifikasi karakteristik *landuse* dan menganalisis fragmentasi perubahan penggunaan lahan (*land use change*) yang terjadi pada tahun 2014-2024 pada kecamatan Mapanget dan Bunaken sebagai kawasan strategis kota Manado.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini berada pada 2 (dua) wilayah yang ada di Kota Manado yaitu Kecamatan Mapanget dan Bunaken. Gambar 1 menunjukkan bahwa sepuluh kelurahan membentuk Kecamatan Mapanget. Luas Kecamatan Mapanget 49,76 km². Sedangkan Kecamatan Bunaken terdiri dari 5 Kelurahan (gambar 2). Luas Kecamatan Bunaken adalah 36,19 km².



Gambar 1. Peta Kecamatan Mapanget
(Sumber: RTRW Kota Manado 2014-2034)



Gambar 2. Peta Kecamatan Bunaken
(Sumber: RTRW Kota Manado 2014-2034)

Pendekatan penelitian kuantitatif digunakan dalam penelitian dimana dapat memvisualisasikan dinamika *land use change*, secara spasial dengan memanfaatkan data penginderaan jauh berbasis *Geographic Information System* (GIS). Salah satu output dapat dijadikan bahan pertimbangan pengambilan keputusan kebijakan adalah spasial model perubahan penggunaan lahan perkotaan berbasis komputer dengan metode *spatial metric*, berproses secara iteratif setiap tahun, dengan peta transisi untuk setiap penggunaan lahan diikuti, menggunakan ArcMap 10.8 dan FRAGSTATS 4.2.

Pengumpulan data yang akan digunakan untuk penelitian adalah metode pengumpulan data sekunder dan data primer. Pengumpulan data sekunder yang dilakukan adalah survey instansional yang diperlukan seperti data peta dalam bentuk .shp Kecamatan Mapanget dan Bunaken, data penduduk, pola ruang, dan data penggunaan lahan yang didapatkan dengan sekunder interpretasi citra *Google Earth* 2014, 2019 dan 2024 menggunakan metode digitasi *on-screen*. Selanjutnya data primer dengan observasi lapangan digunakan untuk melengkapi hasil interpretasi dari gambar satelit dan menunjukkan bahwa klasifikasi penggunaan lahan di wilayah penelitian.

Analisis data yang pertama, akan dilakukan analisis data penggunaan lahan untuk tahun 2014, 2019 dan 2024. Analisis bertujuan untuk melihat perubahan penggunaan lahan selama periode waktu tersebut. Menggunakan bantuan ArcMap 10.8, analisis *overlay* peta penggunaan lahan 2014–2019 dan 2019–2024. *Overlay* digunakan untuk menentukan bagaimana distribusi data spasial dari penggunaan lahan

yang berubah dan tidak berubah. (Suni, Setianingrum, and Harahap 2023). Untuk mengetahui seberapa besar perubahan yang terjadi, *field* baru dibuat pada atribut hasil *overlay* penggunaan lahan. Perhitungan luas ini dilakukan secara otomatis dalam ArcMap 10.8 menggunakan tools, "*calculate geometry*" (Jimmy, Martinez, and Verplanke 2020). Selanjutnya, data atribut hasil *overlay* ditransfer ke Microsoft Excel untuk dilakukan analisis menyeluruh perubahan dengan menggunakan matriks *cross-tabulation* (matriks transisi).

Selanjutnya adalah menganalisis dinamika penggunaan lahan *menggunakan spatial metrics*. Hasil analisis penggunaan lahan sebelumnya diproses dengan metode metrik spasial. Metode ini akan menghasilkan nilai indeks pola spasial statistik dari penggunaan lahan di lokasi penelitian. Penelitian ini menggunakan gabungan program ArcMap 10.8 dan Fragstats 4.2. Terlebih dahulu, disiapkan dalam peta penggunaan lahan di wilayah penelitian pada tahun 2014, 2019, dan 2024 yang berbentuk *raster* dengan bantuan program ArcMap 10.8. *Raster* berukuran sel 5 x 5 meter digunakan untuk menunjukkan penggunaan lahan terkecil pada wilayah penelitian (Wijaya et al. 2019).

Metrik yang digunakan untuk menganalisis pola spasial (Reis, Silva, and Pinho 2016) yang kemudian diubah sesuai dengan tujuan penelitian ini dan dihitung dengan bantuan alat yang tersedia dalam program Fragstats 4.2. Tabel 1 merupakan jenis metrik yang digunakan.

Tabel 1. Jenis Metrik yang Digunakan

Kategori	Jenis Metric	Satuan	Rentang
Fragmentasi dan kepadatan penggunaan lahan	<i>Number of patches (NP)</i> <i>Patch Density</i>	Tidak ada Jumlah per 100 ha	NP > 1, Tanpa batas PD>0, terbatas oleh ukuran sel
Keragaman	<i>Shannon's diversity index (SHDI)</i>	Tidak ada	SHDI ≥0, tanpa batas

Sumber : McGarigal dkk., 2002

Setiap metrik memiliki perhitungan yang berbeda. Perhitungan untuk masing-masing metrik diberikan di bawah ini.

Nilai NP biasanya dikaitkan dengan tingkat fragmentasi yang lebih besar dan jika nilai NP lebih rendah, tingkat agregasi pada suatu wilayah, atau kekompakan penggunaan lahan, semakin rendah (Jiang et al. 2023; McGarigal et al. 2002; Ning, Subedi, and Hao 2023; Olayiwola and Salau 2022).

$$NP = n_i$$

Keterangan:

n_i : jumlah patch dengan jenis yang sama

Nilai kepadatan suatu patch untuk jenis penggunaan lahan tertentu disebut NP. Dimana jumlah NP dan luas wilayah penelitian memengaruhi PD. Dengan membandingkan luas wilayah penelitian, NP untuk kepadatan patch dapat diketahui (Jiang et al. 2023; McGarigal et al. 2002; Ning et al. 2023; Olayiwola and Salau 2022).

$$PD = \frac{N}{A} (10,000) \times (100)$$

Keterangan:

N = jumlah patch sejenis

A = luas dari wilayah penelitian



Gambar 3. Patch Density
(Sumber: Semper-Pascual dkk., 2021)

Karena tingkat fragmentasi penggunaan lahan menjadi rendah, maka nilai PD yang rendah akan menunjukkan pengumpulan jenis penggunaan lahan tinggi. Di sisi lain, nilai PD yang tinggi menunjukkan adanya penyebaran dan fragmentasi penggunaan lahan (Semper-Pascual et al. 2021).

SHDI (*Shannon's diversity index*) adalah indeks keragaman patch di wilayah penelitian (Li, Zhao, and Hou 2023; McGarigal et al. 2002; Ye et al. 2024; Zhu et al. 2023). Penggunaan indeks keragaman adalah bagaimana pola perkembangan yang terjadi pada penggunaan lahan, apakah ada peningkatan atau penurunan

jenis penggunaan lahan yang ada di suatu daerah.

$$SHDI = -\sum_{i=1}^m [P_i \ln(P_i)]$$

Keterangan:

SHDI : indeks keragaman

P_i : n_i / N

n_i / N : jumlah *patch* penggunaan lahan jenis ke- i

N : jumlah total *patch* penggunaan lahan semua jenis

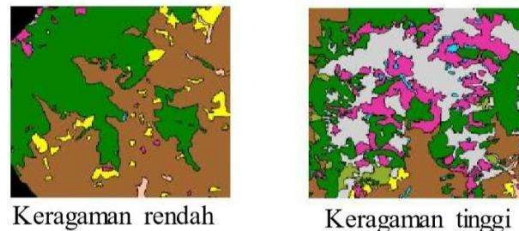
M : kelas penggunaan lahan

Penelitian ini, menggunakan tingkat keragaman pada penggunaan lahan dikombinasikan dengan kriteria dari nilai indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener* (H') (Rondonuwu et al. 2023).

$H' \leq 1$ = keragaman rendah

$1 > H' < 3$ = keragaman sedang

$H' \geq 3$ = keragaman tinggi



Gambar 4. Ilustrasi Tingkat Keragaman
(Sumber: McGarigal, 2015; Wijaya, 2017)

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Penggunaan Lahan Kecamatan Mapanget dan Bunaken Tahun 2013, 2018 dan 2023

Proses identifikasi penggunaan lahan di Kecamatan Mapanget dan Bunaken ini dilakukan melalui interpretasi citra Google Earth tahun 2014, 2019 dan 2024 menggunakan metode digitasi on-screen yang kemudian diklasifikasikan. Berdasarkan hasil identifikasi tersebut, penggunaan lahan pada Kecamatan Mapanget diklasifikasikan menjadi 20 jenis dan di Kecamatan Bunaken terdapat 17 jenis penggunaan lahan.

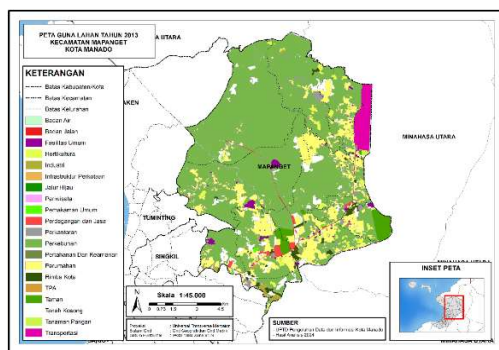
1) Penggunaan Lahan Tahun 2014 di Kecamatan Mapanget dan Bunaken

Berdasarkan hasil identifikasi di Kecamatan Mapanget pada tahun 2014, bahwa yang mendominasi adalah lahan

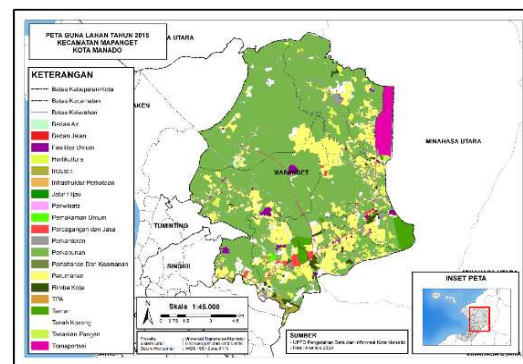
perkebunan dan perumahan seluas masing – masing 3645,08 ha dan 779,12 ha atau 68,40% dan 14,62% dari luas total wilayah. Sedangkan, di Kecamatan Bunaken di dominasi lahan perkebunan seluas 1431,83 ha.

Kelas penggunaan lahan dengan luas terendah di Kecamatan Mapanget pada tahun 2014 adalah infrastruktur perkotaan dengan luas 0,31 ha (0,01%), sedangkan di Kecamatan Bunaken, penggunaan lahan dengan luas terendah ialah rawa seluas 0,28 ha (0,01%).

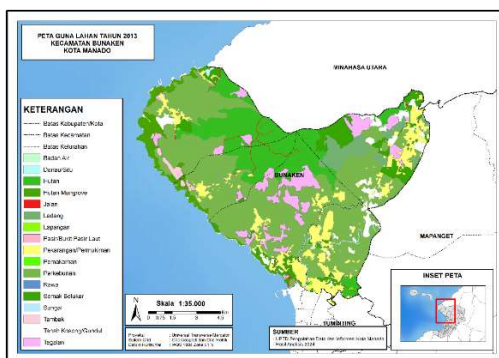
Berikut merupakan peta yang memberikan informasi tentang penggunaan lahan pada tahun 2014 yang berada di Kecamatan Mapanget (Gambar 5) dan Bunaken (Gambar 6).



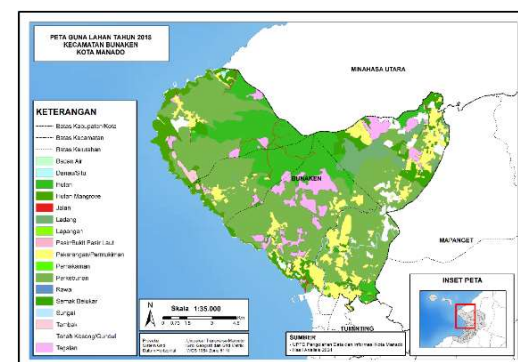
Gambar 5. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2014 di Kecamatan Mapanget
(Sumber: Hasil Analisis, 2024)



Gambar 7. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2019 di Kecamatan Mapanget
(Sumber: Hasil Analisis, 2024)



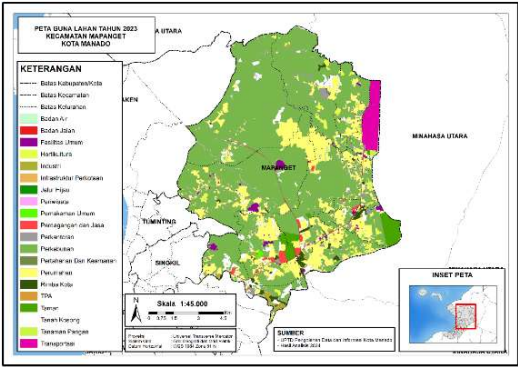
Gambar 6. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2014 di Kecamatan Bunaken
(Sumber: Hasil Analisis, 2024)



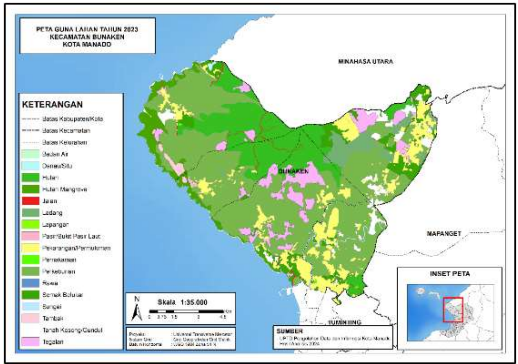
Gambar 8. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2019 di Kecamatan Bunaken
(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

2) Penggunaan Lahan Tahun 2019 di Kecamatan Mapanget dan Bunaken

3) Penggunaan Lahan Tahun 2024 di Kecamatan Mapanget dan Bunaken
Pada tahun 2024, perkebunan dan perumahan merupakan penggunaan lahan yang mendominasi di Kecamatan Mapanget. Luas dari penggunaan lahan perkebunan dan perumahan adalah masing – masing sebesar 3490,28 ha dan 951,94 ha atau 65,50% dan 17,86% dari total luas wilayah kota. Sementara penggunaan lahan di Kecamatan Bunaken terluas adalah perkebunan, yang tidak berkurang dari periode sebelumnya (2019) yaitu seluas 1431,56 ha (26,86%).
Berikut merupakan peta yang memberikan informasi tentang penggunaan lahan pada tahun 2024 yang berada di Kecamatan Mapanget (Gambar 9) dan Bunaken (Gambar 10).



Gambar 9. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2024 di Kecamatan Mapanget
(Sumber: Hasil Analisis, 2024)



Gambar 10. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2024 di Kecamatan Bunaken
(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Perubahan penggunaan lahan yang dilakukan dengan interpretasi citra tahun 2014, 2019 dan 2024 didapatkan bahwa Kecamatan Mapanget terjadi perubahan pada penggunaan lahan yang cukup signifikan. Dalam periode 10 tahun 2013 – 2023, lahan yang mengalami perubahan ada yang semakin meningkat atau mengalami pertambahan luas lahan, ada pula yang semakin berkurang atau menurun. Guna lahan yang mengalami pertambahan adalah Badan Air, Fasilitas Umum, Hortikultura, Industri, Pemakaman Umum, Perdagangan dan Jasa, Perkantoran, Perumahan, Rimba Kota dan Taman. Sedangkan yang guna lahannya berkurang adalah Infrastruktur Perkotaan, Perkebunan, dan Tanah Kosong. Perlu dicatat bahwa guna lahan yang mengalami peningkatan yang cukup tinggi adalah perumahan, yakni mengalami penambahan sebanyak 172,82 ha dalam 10 tahun. Sedangkan, perkebunan berkurang sebanyak 154,8 ha dan tanah kosong sebanyak 37,42 ha selama 10 tahun terakhir.

Tabel 2. Perubahan Penggunaan Lahan 2014 – 2019, 2019 – 2024 Kecamatan Mapanget

Guna Lahan Mapanget	Perubahan Penggunaan Lahan (hektar)		Total Perubahan	
	2014-2019	2019-2024	ha	pers en (%)
Badan Air	4,62	0,00	4,62	9,48
Badan Jalan	0,00	0,00	0,00	0,00
Fasilitas Umum	1,24	0,00	1,24	2,45
Hortikultura	5,35	-4,20	1,16	1,03
Industri	4,10	0,00	4,10	8,52
Infrastruktur	3,31	-3,42	-0,11	35,37
Perkotaan	0,00	0,00	0,00	0,00
Pariwisata	2,32	0,00	2,32	22,91
Pemukaman Umum	0,00	0,00	0,00	0,00
Pengelolaan Persampahan	0,00	0,00	0,00	0,00
Perdagangan dan Jasa	1,05	4,24	5,29	16,12
Perkantoran	0,20	0,00	0,20	0,49
Perkebunan	128,44	-26,36	102,08	-4,25
Perumahan	137,16	35,66	172,82	22,18
Rimba Kota	0,49	0,00	0,49	0,74
Taman	0,13	0,00	0,13	0,12
Tanah Kosong	-28,85	-8,58	-37,42	16,40

Guna Lahan Mapanget	Perubahan Penggunaan Lahan (hektar)		Total Perubahan	
	2014-2019	2019-2024	ha	persen (%)
Tanaman Pangan	0,00	0,00	0,00	0,00
Transportasi	0,00	0,00	0,00	0,00
Pertahanan dan Keamanan		0,00	0,00	0,00
Jalur Hijau			0,00	0,00

Sumber : Hasil analisis, 2024

Berbeda dengan Kecamatan Mapanget, guna lahan di Kecamatan Bunaken tidak mengalami banyak perubahan atau cenderung cukup stagnan. Arahana penataan ruang di Kecamatan Bunaken, yang dianggap sebagai wilayah lindung, hal ini merupakan salah satu faktor yang berkontribusi terhadap perubahan penggunaan lahan. Namun, bukan berarti Kecamatan Bunaken tidak mengalami perubahan guna lahan. Dalam 10 tahun terakhir, jalan di Kecamatan Bunaken bertambah sebanyak 7,16 ha, dan permukiman bertambah sebanyak 32,79 ha. Sedangkan, guna lahan yang berkurang adalah perkebunan sebanyak 0,27 ha, dan semak belukar sebanyak 33,06 ha.

Tabel 3. Perubahan Penggunaan Lahan 2014 – 2019, 2019 – 2024 Kecamatan Bunaken

Guna Lahan Mapanget	Perubahan Penggunaan Lahan (hektar)		Total Perubahan	
	2014-2019	2019-2024	ha	2014-2019
Badan Air	0,00	0,00	0,00	0,00
Danau/Situ	0,00	0,00	0,00	0,00
Hutan	0,00	0,00	0,00	0,00
Hutan Mangrove	0,00	0,00	0,00	0,00
Jalan	7,16	0,00	7,16	4,93
Ladang	0,00	0,00	0,00	0,00
Lapangan	0,00	0,00	0,00	0,00
Pasir/ Bukit Pasir Laut	0,00	0,00	0,00	0,00
Pekarangan/ Permukiman	27,09	5,71	32,79	9,17
Pemukiman	0,00	0,00	0,00	0,00
Perkebunan	-0,27	0,00	-0,27	-0,02

Guna Lahan Mapanget	Perubahan Penggunaan Lahan (hektar)		Total Perubahan	
	2014-2019	2019-2024	ha	2014-2019
Rawa	0,00	0,00	0,00	0,00
Semak Belukar	27,35	5,71	33,06	15,60
Sungai	0,00	0,00	0,00	0,00
Tambak.	0,00	0,00	0,00	0,00
Gundul/Tanah Kosong	0,00	0,00	0,00	0,00
Tegalan.	0,00	0,00	0,00	0,00

Sumber : Hasil analisis, 2024

B. Dinamika Kerapatan Penggunaan Lahan

Selanjutnya setelah dilakukan analisis penggunaan lahan dilakukan analisis spatial metric pada penggunaan lahan tahun 2014, 2019 dan 2024 dengan menggunakan NP; dan Patch Density; di Kecamatan Mapanget dan Kecamatan Bunaken.

1) Dinamika Kerapatan Penggunaan Lahan Kecamatan Mapanget

Berikut hasil perhitungan metrik di Kecamatan Mapanget (Tabel 4).

Tabel 4. Perubahan Kerapatan Penggunaan Lahan Kecamatan Mapanget

Jenis Guna Lahan	2014		2019		2024	
	NP	PD	NP	PD	NP	PD
Perkebunan	470000	8825	470000	882	440000	8251
Hortikultura	710000	13331	780000	14641	780000	14626
Perumahan	489000	9181	752000	141152	747000	140075
Badan Air	940000	17650	103000	19333	103000	19314
Industri	420000	7886	490000	9197	490000	9188
Tanah Kosong	120000	2253	140000	26278	135000	25315

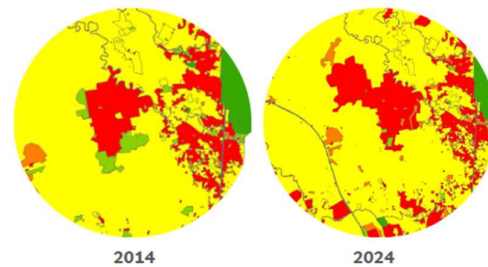
Jenis Guna Lahan	2014		2019		2024	
	NP	PD	NP	PD	NP	PD
Pariwisata	133 000 0	24 97 3	150 000 0	281 6	100 00	188
Rimba Kota	530 000	99 52	540 000	101 36	540 000	101 26
Perkantoran	460 000	86 37	480 000	901 0	480 000	900 1
Jalur Hijau	100 00	18 8	100 00	188	880 000	165 02
Fasilitas Umum	101 000 0	18 96 4	105 000 0	197 09	105 000 0	196 89
Transportasi	100 00	18 8	100 00	188	100 00	188
Badan Jalan	140 000	26 29	140 000	262 8	140 000	262 5
Taman	600 00	11 27	700 00	131 4	700 00	131 3
Infrastruktur Perkotaan	200 000	37 55	100 000 0	187 70	150 000	281 3
Tanaman Pangan	100 00	18 8	100 00	188	100 00	188
Perdagangan dan Jasa	200 000	37 55	220 000	412 9	230 000	431 3
Pemukaman Umum	100 00	18 8	100 00	188	150 000	281 3
Pertahanan dan Keamanan			100 00	188	100 00	188

Sumber : Hasil analisis, 2024

Peningkatan nilai NP dan PD di Kecamatan Mapanget yang menonjol terjadi pada guna lahan Perumahan. Hal ini menandakan bahwa penggunaan lahan Perumahan semakin menyebar dalam periode 2014 – 2024.

Sementara itu, nilai NP dan PD penggunaan lahan Hortikultura, Tanah Kosong, dan Fasilitas Umum yang meningkat di periode 2014 – 2019 menunjukkan bahwa terdapat pertumbuhan patch baru dengan ukuran yang kecil. Kemudian

mengalami penurunan nilai di periode 2019 – 2024. Demikian terjadi juga pada perumahan yang walaupun besaran jumlahnya sangat tinggi, pada periode 2014 – 2019 mengalami kenaikan yang signifikan, namun mengalami sedikit penurunan besaran NP dan PD nya dan cenderung stagnan. Penurunan pada jumlah patch menandakan adanya patch yang lebih kecil dan telah terjadi peningkatan konektivitas bersama patch lain dalam kelas yang sama dan menjadi satu patch yang meliputi area yang luas dan menjadikannya lebih kompak dan ter-agregat.



Gambar 11. Dinamika Kerapatan Penggunaan Lahan Kecamatan Mapanget
(Sumber: Hasil Analisis, 2024)

2) Dinamika Kerapatan Penggunaan Lahan Kecamatan Bunaken

Berikut hasil perhitungan metrik di Kecamatan Mapanget (Tabel 5).

Tabel 5. Perubahan Kerapatan Penggunaan Lahan Kecamatan Bunaken

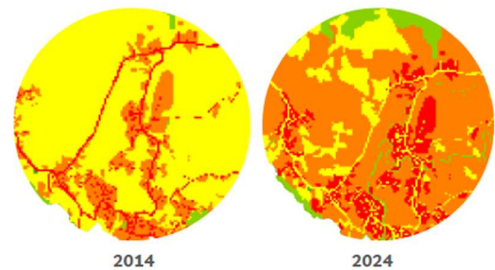
Jenis Guna Lahan	2014		2019		2024	
	NP	PD	NP	PD	NP	PD
Hutan Mangrove	800 00	249 9	800 00	24 98	700 00	21 87
Danau/Situ	200 00	625	200 00	62 4	200 00	62 5
Semak Belukar	108 000 0	18 337 35	19 600 000	18 73 1	19 610 000 9	19 99 9
Jalan	700 000	218 65	000 0	61 8	000 0	66 9
Hutan Pasir/Bukit Pasir Laut	500 00	156 2	600 00	18 73	600 00	18 75
	100 00	312	100 00	31 2	100 00	31 2

Jenis Guna Lahan	2014		2019		2024	
	NP	PD	NP	PD	NP	PD
Perkebunan	91000	28425	26000	8123	26000	8123
Pekarangan/Permukiman	484000	151184	159000	498	159000	498
Tegalan	400000	12495	240000	7499	240000	7499
Sungai Tanah Kosong/Gundul	250000	7809	650000	309	650000	309
Badan Air	510000	15931	270000	8436	300000	9373
Ladang	90000	2811	50000	1562	50000	1562
Pemukiman	160000	499	90000	28	90000	28
Rawa	000	8	000	12	000	12
Lapangan	40000	1249	50000	1562	50000	1562
	10000		20000	62	20000	62
	000	312	000	5	000	5
	20000		10000	31	10000	31
	00	625	00	2	00	2

Sumber : Hasil analisis, 2024

Analisis NP dan PD Kecamatan Bunaken menunjukkan pertumbuhan yang dominan pada Semak/Belukar, Jalan, Perkebunan, Pekarangan/Permukiman, Tegalan, Sungai, dan Tanah Kosong/Gundul. Terlihat bahwa guna lahan Jalan mengalami kenaikan yang signifikan dari tahun 2014, 2019, dan 2024, menandakan bahwa penggunaan lahan Jalan semakin menyebar dalam periode 2014 - 2024.

Sedangkan guna lahan Semak Belukar, Perkebunan, Pekarangan/Permukiman, Tegalan, mengalami penurunan pada interval 2014 - 2019, kemudian stagnan pada 2019 - 2024. Ini menunjukkan jumlah patch yang menurun, yang menunjukkan bahwa patch yang lebih kecil dan sebelumnya terjadi peningkatan konektivitas bersama patch lain dalam kelas sama dan menjadi satu patch yang meliputi area yang luas dan menjadikannya lebih kompak dan ter-agregat.



Gambar 12. Dinamika Kerapatan Penggunaan Lahan Kecamatan Bunaken (Sumber: Hasil Analisis, 2024)

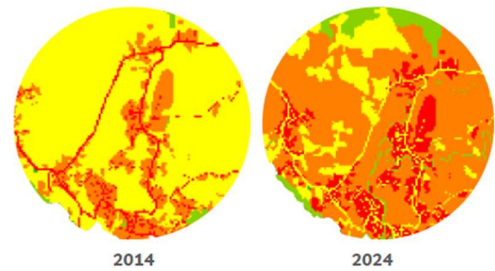
C. Dinamika Keragaman Penggunaan Lahan

Metrik selanjutnya yang akan dianalisis yaitu nilai SHDI (Shannon's diversity index) di Kecamatan Mapanget dan Kecamatan Bunaken untuk melihat bagaimana dinamika kerapatan penggunaan lahan dari kedua kecamatan tersebut. Tabel 6 dan Gambar 11 menunjukkan keragaman penggunaan lahan pada kedua kecamatan.

Tabel 6. Keragaman Penggunaan Lahan Penggunaan Lahan

(SHDI)	2014	2019	2024
Mapanget	12246	12676	12729
Bunaken	18061	18008	18002

Sumber : Hasil analisis, 2024



Gambar 13. Diagram Keragaman Penggunaan Lahan Penggunaan Lahan (Sumber: Hasil Analisis, 2024)

Berdasarkan hasil analisis terhadap dinamika keragaman penggunaan lahan Kecamatan Mapanget, dapat diketahui bahwa Kecamatan Mapanget menunjukkan kenaikan nilai yang tergolong kecil dan masih termasuk dalam kategori sedang. Sedangkan, pada Kecamatan

Bunaken mengalami penurunan, walaupun demikian, besaran penurunannya cenderung stagnan sama seperti Kecamatan Mapanget. Ini mengindikasikan kecilnya tingkat perkembangan penggunaan lahan di Kecamatan Mapanget dan Bunaken.

KESIMPULAN

Kecamatan Mapanget mengalami pertambahan guna lahan yang cukup signifikan pada guna lahan permukiman. Tidak hanya bertambah saja secara kuantitatif luas lahannya, tetapi tingkat kerapatan permukimannya melalui analisis NP dan PD terindikasi bahwa permukiman tersebut semakin menyebar dan meluas perkembangannya. Menarik untuk dilihat bahwa pada Kecamatan Bunaken, dilihat dari analisis NP dan PD, dari tahun ke tahun terjadi peningkatan, bukan hanya pertambahan guna lahan jalan, namun kategori guna lahan tersebut angka ketersebarannya meningkat stabil. Dapat disimpulkan ini dikarenakan walaupun guna lahan Kecamatan Bunaken cenderung stagnan, tetapi dikarenakan dibukanya permukiman baru yaitu permukiman relokasi Pandu, ini membuat jalan semakin bertambah dan semakin tersebar di Kecamatan Bunaken untuk mendukung permukiman ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Lembaga Penelitian Universitas Sam Ratulangi yang telah memberikan kesempatan kepada tim peneliti untuk melakukan kegiatan penelitian ini; Pemerintah Kota Manado dalam hal ini Bapelitbang Kota Manado, Dinas Permukiman Kota Manado, Camat Mapanget dan Bunaken dan perangkat lurah kecamatan Mapanget, yang telah membantu bekerjasama, terutama memberikan masukan yang sangat baik di dalam pemberian data serta proses kegiatan selama penelitian berlangsung; dan Masyarakat Kecamatan Mapanget dan Bunaken, yang telah berpartisipasi aktif dalam setiap kegiatan berdiskusi..

DAFTAR PUSTAKA

- AJI, SALMA NATHIFA, and Retno Widodo Dwi Pramono. 2020. "Pengaruh Fragmentasi Guna Lahan Perkotaan Terhadap Nilai Lahan Perumahan: Kasus Sub Wilayah Kota Arcamanik, Kota Bandung." Universitas Gadjah Mada.
- Boreel, Aryanto, Lydia. R. Parera, and Meliani.

2022. "DRIVING FACTOR ANALYSIS OF LAND USE CHANGE USING ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS (AHP) METHOD (CASE: DAS WAERUHU OF AMBON CITY)." *JURNAL HUTAN PULAU-PULAU KECIL* 6(2):203–10. doi: <https://doi.org/10.30598/jhppk.v6i2.7354>.
- Cengiz, Serhat, Sevgi Görmüş, and Dicle Oğuz. 2022. "Analysis of the Urban Growth Pattern through Spatial Metrics; Ankara City." *Land Use Policy* 112. doi: 10.1016/j.landusepol.2021.105812.
- Firmansyah, F., A. Pamungkas, and K. D. Larasati. 2018. "Spatial Pattern Analysis Using Spatial Metrics: A Case Study in Surabaya, Indonesia." in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 202.
- Fjellstad, Wendy J., Marcus Hedblom, Gregor Levin, Bernd Münier, Antti Rehnén, and Workshop at Roskilde Vandrehjem. 2008. "Connectivity of Nature in the Nordic Countries (CONNOR) Assessing Landscape Structure in Habitat Monitoring in the Nordic Countries - Potential Approaches, Methods and Data ." in *Workshop at Roskilde Vandrehjem*.
- Gomes, Eduardo, Eduarda Marques da Costa, and Patrícia Abrantes. 2024. "Spatial Planning and Land-Use Management." *Land* 13(1).
- Jiang, Deping, Xiang Ji, Dong Wang, and Pin Liu. 2023. "Spatiotemporal Changes in Land Use and Landscape Fragmentation in Coastal Plain Areas—A Case Study of Yancheng City, China." *Frontiers in Sustainable Food Systems* 7. doi: 10.3389/fsufs.2023.1105897.
- Jimmy, Eunice Nthambi, Javier Martinez, and Jeroen Verplanke. 2020. "Spatial Patterns of Residential Fragmentation and Quality of Life in Nairobi City, Kenya." *Applied Research in Quality of Life* 15(5). doi: 10.1007/s11482-019-09739-8.
- Kong, Fanhua, Haiwei Yin, Nobukazu Nakagoshi, and Philip James. 2012. "Simulating Urban Growth Processes Incorporating a Potential Model with Spatial Metrics." *Ecological Indicators* 20. doi: 10.1016/j.ecolind.2012.02.003.
- Li, Cheng, Jie Zhao, and Wei Hou. 2023. "Nonlinear Effects of Landscape Patterns on Ecosystem Services at Multiple Scales Based on Gradient Boosting Decision Tree Models." *Remote Sensing* 15(7). doi:

- 10.3390/rs15071919.
- McGarigal, K., S. A. Cushman, M. C. Neel, and E. Ene. 2002. "FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. Computer Software Program Produced by the Authors at the University of Massachusetts, Amherst." *Analysis* 3.3(2007).
- McGarigal, K., and B. J. Marks. 1995. "FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure." *General Technical Report - US Department of Agriculture, Forest Service* (PNW-GTR-351).
- Ning, Chunying, Rajan Subedi, and Lu Hao. 2023. "Land Use/Cover Change, Fragmentation, and Driving Factors in Nepal in the Last 25 Years." *Sustainability (Switzerland)* 15(8). doi: 10.3390/su15086957.
- Nurdiana, Mayca Sita, and Sri Rum Giyarsih. 2016. "Analisis Fragmentasi Spasial Berbasis Citra Multitemporal Untuk Mengidentifikasi Fenomena Urban Sprawl Di Surakarta." *Jurnal Bumi Indonesia* 5(4).
- Olayiwola, Adewale, and Wakeel Salau. 2022. "Evaluation of Land Cover Dynamics and Landscape Fragmentation in Ijebu Ode, Nigeria." *Journal of Geoinformatics & Environmental Research* 3(02). doi: 10.38094/jgier30249.
- Regasa, Motuma Shiferaw, Michael Nones, and Dereje Adeba. 2021. "A Review on Land Use and Land Cover Change in Ethiopian Basins." *Land* 10(6). doi: 10.3390/land10060585.
- Reis, José P., Elisabete A. Silva, and Paulo Pinho. 2016. "Spatial Metrics to Study Urban Patterns in Growing and Shrinking Cities." *Urban Geography* 37(2). doi: 10.1080/02723638.2015.1096118.
- Rondonuwu, Dwight Moody, Rene C. Kepel, Ping A. Angmalisang, and Linda Tondobala. 2023. "Spatial Pattern Dynamics of Sea and Shoreline Reclamation on the Coast of Manado City, Indonesia." *Advances in Water Science(AWS)* 34(2):54–74.
- Saputra, M., I. Nugraha, F. Agus, and A. Hidayah. 2022. "Prediksi Perubahan Penutup Lahan Menggunakan Integrasi Celular Automata Dan Analytical Hierarchy Process (AHP)(Studi Kasus: Kota Pekanbaru)." *Journal of Urban Regional Planning and Sustainable Environment* 1(1):1–13.
- Sela, Rieneke Lusiana Evani, Andy Anton Mangopa Malik, Sonny Tilaar, and Nadira Astuti Lestari. 2024. "Prediction of Potential Deviations in Settlement Area Space Patterns Based on Cellular Automata in Mapanget District, Manado City." *ARTEKS : Jurnal Teknik Arsitektur* 9(1):47–58. doi: 10.30822/arteks.v9i1.2655.
- Semper-Pascual, Asunción, Cole Burton, Matthias Baumann, Julieta Decarre, Gregorio Gavier-Pizarro, Bibiana Gómez-Valencia, Leandro Macchi, Matías E. Mastrangelo, Florian Pötzschner, Patricia V. Zelaya, and Tobias Kuemmerle. 2021. "How Do Habitat Amount and Habitat Fragmentation Drive Time-Delayed Responses of Biodiversity to Land-Use Change?" *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 288(1942). doi: 10.1098/rspb.2020.2466.
- Solly, Alys. 2021. "Land Use Challenges, Sustainability and the Spatial Planning Balancing Act: Insights from Sweden and Switzerland." *European Planning Studies* 29(4). doi: 10.1080/09654313.2020.1765992.
- Wang, Quanli, Yi Li, and Yangfan Li. 2021. "Realizing a New Resilience Paradigm on the Basis of Land-Water-Biodiversity Nexus in a Coastal City." *Ocean and Coastal Management* 207. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2018.09.004.
- Wijaya, Ali, Cahyono Susetyo, Azillatin Q. Diny, Danika H. Nabila, Rahel P. Pamungkas, M. Hadikunnuha, and Nursakti Adhi Pratomoatmojo. 2019. "Spatial Pattern Dynamics Analysis of Land Use at Coastal Area Using Spatial Metric in Pekalongan, Indonesia." *Research Journal of Applied Sciences* 13(6). doi: 10.36478/rjasci.2018.349.357.
- Xing, Hanfa, and Yuan Meng. 2020. "Measuring Urban Landscapes for Urban Function Classification Using Spatial Metrics." *Ecological Indicators* 108. doi: 10.1016/j.ecolind.2019.105722.
- Ye, Sijing, Shuyi Ren, Changqing Song, Zhenbo Du, Kuangxu Wang, Bin Du, Feng Cheng, and Dehai Zhu. 2024. "Spatial Pattern of Cultivated Land Fragmentation in Mainland China: Characteristics, Dominant Factors, and Countermeasures." *Land Use Policy* 139. doi: 10.1016/j.landusepol.2024.107070.
- Zhu, Shoutao, Jiayi Tang, Xiaolu Zhou, Peng Li,

Zelin Liu, Cicheng Zhang, Ziyang Zou, Tong Li, and Changhui Peng. 2023.
“Spatiotemporal Analysis of the Impact of Urban Landscape Forms on PM2.5 in China from 2001 to 2020.” *International Journal of Digital Earth* 16(1). doi:

10.1080/17538947.2023.2249862.