

**IDENTIFIKASI URBAN SPRawl DAN TIPENYA****BERDASARKAN HIPOTESIS HITAM PUTIH (STUDI KASUS: KECAMATAN MAPANGET)****Natahnael J. J. Singkoh¹, Octavianus H. A. Rogi², & Sonny Tilaar³**¹Mahasiswa S1 Program Studi Perencanaan Wilayah & Kota Universitas Sam Ratulangi^{2&3}Staf Pengajar Prodi S1 Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Sam Ratulangi Manado

E-mail : natahnaeljj021@gmail.com ottyrogi@gmail.com frits_ops@yahoo.com

*Received: 30 Mei 2025**Revised: 15 Juni 2025**Published: 30 Juni 2025***ABSTRAK**

Fenomena *Urban Sprawl* atau penyebaran kota yang tidak terkendali menjadi tantangan besar dalam pengelolaan wilayah perkotaan, khususnya di kota berkembang seperti Manado. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *Urban Sprawl* di Kecamatan Mapanget menggunakan pendekatan hipotesis hitam-putih. Dengan mengklasifikasikan lahan terbangun dan tidak terbangun dari citra satelit Landsat selama periode 1994–2024, studi ini mengidentifikasi menunjukkan bahwa luas lahan terbangun meningkat dari 96 ha menjadi 1.255 ha (1.207%) dalam 30 tahun, dengan dominasi pola *Leapfrog Sprawl* (48%), diikuti *Edge* (33%) dan *Ribbon Sprawl* (19%). Indeks *Sprawl* menunjukkan bahwa pertumbuhan lahan terbangun cenderung lebih cepat dibandingkan pertumbuhan penduduk. Faktor penyebab utama meliputi kondisi fisik wilayah yang datar, aksesibilitas tinggi terhadap infrastruktur utama, serta arahan tata ruang. Penelitian ini menegaskan bahwa Kecamatan Mapanget mengalami *Urban Sprawl* yang signifikan, yang berimplikasi terhadap perencanaan tata ruang berkelanjutan.

Kata Kunci: *Urban Sprawl*, Hipotesis Hitam Putih, Tipe Sprawl, Kecamatan Mapanget**ABSTRACT**

The phenomenon of *Urban Sprawl*, or uncontrolled urban expansion, poses a major challenge in urban area management, especially in developing cities such as Manado. This study aims to analyze *Urban Sprawl* in Mapanget District using the black-and-white hypothesis approach. By classifying built-up and non-built-up land from Landsat satellite imagery over the 1994–2024 period, the study identifies a significant increase in built-up land from 96 hectares to 1,255 hectares (1,207%) over 30 years, dominated by *Leapfrog Sprawl* (48%), followed by *Edge* (33%) and *Ribbon Sprawl* (19%). The *Sprawl Index* indicates that the growth of built-up land has outpaced population growth. The main driving factors include flat physical conditions, high accessibility to major infrastructure, and spatial planning directives. This study confirms that Mapanget District has experienced significant *Urban Sprawl*, which has implications for sustainable spatial planning.

Keywords: *Urban Sprawl*, Black and White Hypothesis, Sprawl Type, Mapanget District**PENDAHULUAN**

Urban Sprawl atau perluasan wilayah perkotaan yang tidak terkendali merupakan fenomena global yang berdampak negatif terhadap lingkungan, seperti hilangnya ruang hijau, meningkatnya polusi, serta alih fungsi lahan pertanian dan hutan menjadi kawasan terbangun (Banai & DePriest, 2014). Secara global, *Urban Sprawl* meningkat pesat—tercatat naik 95% antara 1990–2014, terutama di Asia Timur, Asia Tenggara, dan Afrika Barat (Behnisch dkk., 2022). Di kawasan ASEAN, termasuk Indonesia, pertumbuhan

kota yang melampaui batas administratif memicu *Urban Sprawl* (Purwantiasning dkk., 2014). Indonesia sendiri menghadapi urbanisasi tinggi, dengan lebih dari 55% penduduk tinggal di perkotaan, mendorong ekspansi permukiman ke wilayah peri-urban (Surya dkk., 2021).

Kota Manado sebagai kota berkembang di Sulawesi Utara juga mengalami *Urban Sprawl*. Berdasarkan RTRW Provinsi Sulawesi Utara 2014–2034, Manado ditetapkan sebagai Pusat Kegiatan Nasional (PKN), dan salah satu wilayah terdampak *Urban Sprawl*

adalah Kecamatan Mapanget (Tambani, 2018), yang penduduknya meningkat dari 49,9 ribu (2008) menjadi 67,3 ribu jiwa (2024) (BPS, 2012–2024). Pertumbuhan ini menunjukkan pola urbanisasi ke arah pinggiran kota (Krismasta dkk., 2015).

Penelitian ini bertujuan menganalisis *Urban Sprawl* di Kecamatan Mapanget menggunakan pendekatan hipotesis hitam putih. Pendekatan ini membedakan lahan terbangun dan tidak terbangun selama 30 tahun terakhir dan menghitung perbandingan laju pertumbuhan penduduk dan laju pertumbuhan lahan terbangun. Penelitian ini menggunakan *Sprawl Pattern Index* untuk menentukan Tipe *Sprawl* yang terjadi dari 1994-2024. Hasilnya diharapkan menjadi dasar pengambilan keputusan dalam pengendalian *Urban Sprawl* dan perencanaan tata ruang berkelanjutan.

Urban Sprawl merupakan fenomena yang masih diperdebatkan definisinya. Beberapa ahli menggambarkannya sebagai pertumbuhan kota tak terkendali dengan kepadatan rendah, konversi ruang terbuka menjadi permukiman, serta dominasi kendaraan bermotor (Wang dkk., 2020; Banai & DePriest, 2014).

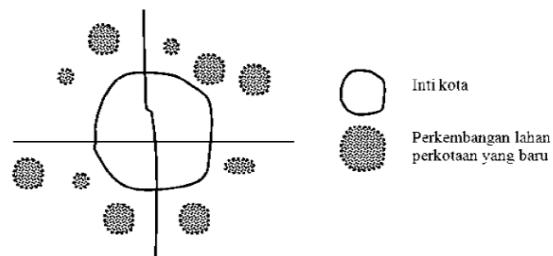
Pemahaman *Urban Sprawl* berkaitan erat dengan klasifikasi kawasan kota dan wilayah peri-urban. Kawasan pusat kota (CBD) menjadi titik aktivitas utama, sementara peri-urban merupakan area transisi antara kota dan desa, dengan campuran karakteristik sosial dan penggunaan lahan (Barbara, 2016; Pryor, 1968; Hasriyanti & Ikayanti, 2015).

Karakteristik *Urban Sprawl* antara lain adalah ketergantungan tinggi terhadap kendaraan pribadi, pembangunan berkepadatan rendah, perubahan moda dan rute perjalanan, penggunaan lahan yang terfragmentasi, dan pengembangan yang tidak optimal. Menurut Yasin dkk, (2020),

Banyak faktor mendorong terjadinya *Urban Sprawl*. Menurut Lee (dalam Tambani, 2018), di antaranya adalah (1) regulasi tata ruang, (2) kebijakan pengembang, (3) kepemilikan lahan, (4) ciri khas

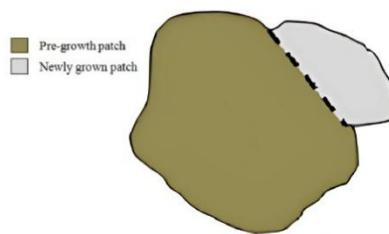
lahan, (5) layanan publik, dan (6) keterjangkauan. Manjunatha et al. (2019) mengidentifikasi faktor tambahan seperti (1) pertumbuhan penduduk, (2) faktor ekonomi, (3) permasalahan dalam kota seperti mahalnya lahan, (4) keinginan masyarakat hidup berdampingan dengan alam, (5) kegagalan perencanaan tata ruang, (6) transportasi, (7) serta perkembangan teknologi dan informasi.

Menurut Daneshpur & Shakibamanesh (dalam Christiawan, 2019) tipe lompat katak ini berperan dalam perubahan penggunaan lahan di wilayah peri urban, pol aini cenderung mendorong lahan pertanian di sekitar permukiman untuk beralih fungsi dari lahan tidak terbangun menjadi lahan terbangun, sehingga mempercepat urbanisasi di sekitar area tersebut.



Gambar 1 Leapfrog Sprawl
Sumber: Yunus (2000)

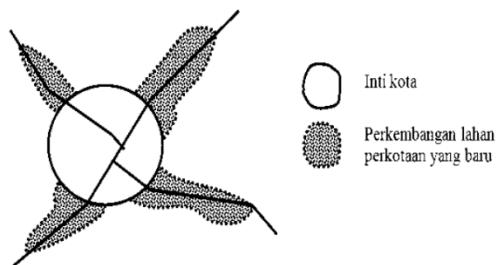
Edge Sprawl merujuk pada bentuk pembangunan yang tidak termasuk dalam kategori infill, di mana perkembangan kawasan terjadi dengan memotong jejak lahan terbangun yang sudah ada dan meluas ke arah luar dari batas pengembangan sebelumnya.



EDGE EXPANSION
Gambar 2 Edge Sprawl
Sumber: (Nong et al., 2018)

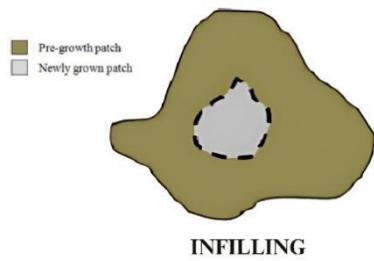
Ribbon sprawl adalah tipe khusus dari perluasan wilayah perkotaan yang terjadi melalui pengembangan secara linear yang umumnya terjadi dari perumahan yang terletak di sepanjang jalan raya. Pengembangan ini diselingi dengan berbagai fungsi lain dan secara

teratur terputus oleh lahan yang belum terbangun (Verbeek et al., 2014).



Gambar 3 Ribbon Sprawl
Sumber: Yunus (2000)

Proses pembangunan yang berlangsung dengan memanfaatkan lahan kosong di dalam kawasan perkotaan, bertujuan untuk menyatukan lahan terbangun yang sebelumnya terfragmentasi, sehingga meningkatkan konektivitas struktur spasial kota secara keseluruhan (Nong et al., 2018).



Gambar 4 Infilling Development
Sumber: (Nong et al., 2018)

terbangun, dan *MNDWI* untuk mendeteksi perairan (Abedini et al., 2020; Rakuasa & Latue, 2023).

Metode klasifikasi hitam putih (Bhatta et al., 2010) digunakan untuk memisahkan lahan terbangun (hitam) dan tidak terbangun (putih), serta menghitung tingkat *Urban Sprawl* berdasarkan rasio pertumbuhan lahan dan penduduk.

$$\text{Indeks Sprawl} = \frac{\text{Laju Pertumbuhan Lahan Terbangun}}{\text{Laju Pertumbuhan Penduduk}}$$

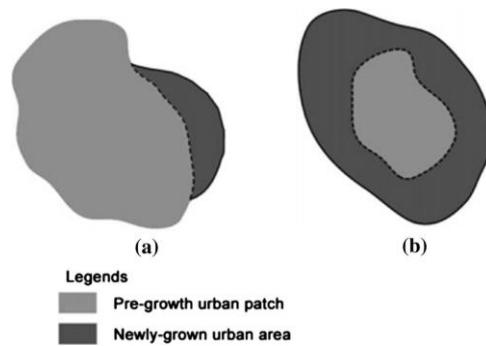
Dengan interpretasi sebagai berikut.

1. Jika $> 1 \rightarrow \text{Sprawl}$
2. Jika $= 1 \rightarrow \text{Pertumbuhan seimbang}$
3. Jika $< 1 \rightarrow \text{Pertumbuhan kompak}$

Menurut (Shukla & Jain, 2019) Tipe *Sprawl* dapat ditentukan menggunakan pendekatan *Sprawl Pattern Index* dengan rumus Lp/P . P menyatakan panjang total keliling dari petak yang baru terbentuk, sedangkan Lp mengacu pada besarnya luas area dari petak baru tersebut. Sehingga menghasil angka 0 sampai 1, yang akan diterjemahkan menjadi *Leapfrog Sprawl*, *Edge Sprawl*, *Ribbon Sprawl*, dan *Infilling*, menurut parameter-parameter yang telah ditentukan.

$$Spi = Lp/P$$

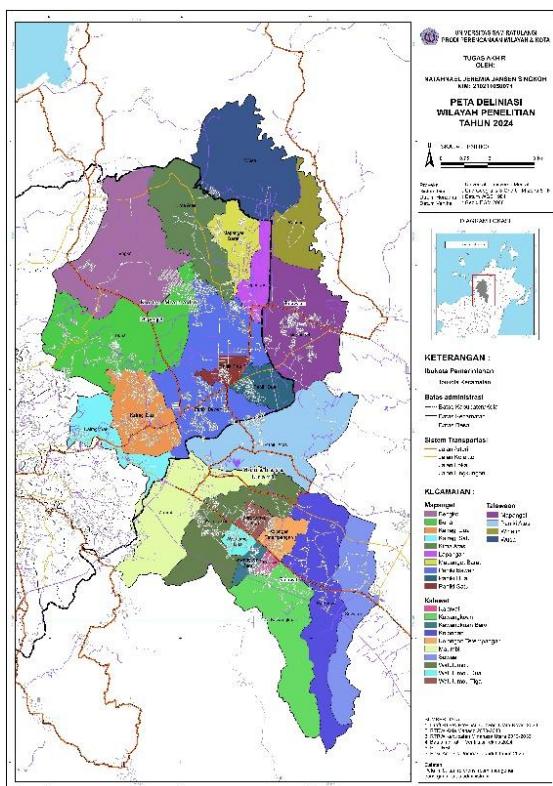
1. $0 = \text{Leapfrog Sprawl}$
2. $0-0,5 = \text{Edge Sprawl}$
3. $0,5-0,75 = \text{Ribbon Sprawl}$
4. $0,75-1 = \text{Infilling Sprawl}$



Gambar 5 Lahan Terbangun Awal dan Lahan Terbangun yang Baru Berkembang
Sumber: (Shukla & Jain, 2019)

Dalam penelitian ini, dilakukan *buffer* 100 m pada setiap koridor utama dalam wilayah penelitian, lahan terbangun yang berjarak 100 m dari koridor utama diklasifikasi sebagai *Ribbon Sprawl*, sedangkan tipe *Sprawl* yang lain tetap diklasifikasi berdasarkan perhitungan *Sprawl Pattern Index*.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 6 Peta Deliniasi Wilayah Penelitian
Sumber: RTRW Kota Manado 2023-2043 dan Peta RBI 2023

Penelitian ini berlokasi di wilayah peri urban Kota Manado yaitu Kecamatan Mapanget sebagai wilayah pengamatan utama. Selain itu, penelitian ini juga memperhatikan Kecamatan-kecamatan yang bersebelahan dengan Kota Manado. Kecamatan Talawaan dan Kecamatan Kalawat terletak di Kabupaten Minahasa Utara yang berbatasan dengan Kota Manado, dideliniasi sehingga hanya beberapa Desa yang akan dilakukan pengamatan. Kecamatan Mapanget berjumlah 10 Kelurahan secara penuh.

Sedangkan Kecamatan Kalawat dideliniasi atas 10 Desa dari total 12 Desa yaitu, Maumbi, Kolongan, Watutumou Tiga, Watutumou Dua, Watutumou, Suwaan, Kolongan Tetempangan, Kawangkoan Baru, Kawangkoan, dan Kalawat. Kecamatan Talawaan dideliniasi atas 4 Desa dari total 12 Desa yaitu, Mapanget, Winetin Paniki Atas, dan Wusa. Luas wilayah yang terdeliniasi adalah 12132,94 Ha.

Data kependudukan diperlukan sebagai data untuk membandingkan laju pertumbuhan penduduk dan laju pertumbuhan lahan terbangun. Berdasarkan data-data dari BPS, data jumlah penduduk Kecamatan Mapanget per Kelurahan tersedia dengan tahun 2008, 2012, 2016, dan 2024, sedangkan data jumlah penduduk Kecamatan Talawaan dan Kalawat pada sebagian desa tersedia dengan tahun 2012, 2016, dan 2024.

Tabel 1 Jumlah Penduduk Kecamatan Mapanget

No.	Kelurahan	Jumlah Penduduk			
		2008	2012	2016	2024
1.	Paniki Satu	3.454	2.934	2.953	2.636
2.	Paniki Dua	5.465	5.588	5.498	5.496
3.	Paniki Bawah	8.502	7.464	10.357	12.145
4.	Mapanget Barat	5.378	4.945	5.140	5.020
5.	Lapangan	3.971	3.155	3.161	2.975
6.	Kima Atas	1.055	950	1.092	1.144
7.	Kairagi Satu	4.005	3.678	3.647	3.194
8.	Kairagi Dua	8.983	8.300	9.015	9.978
9.	Buha	7.015	7.117	9.355	9.362
10.	Bengkol	2.023	1.404	1.442	1.613
Total		49.901	45.535	46.520	53.563

Sumber: BPS Kecamatan Dalam Angka

Tabel 2 Jumlah Penduduk Kecamatan Talawaan

No.	Desa	Jumlah Penduduk		
		2012	2016	2024
1.	Mapanget	8.155	6.929	7.173
2.	Winetin	509	556	687
3.	Paniki Atas	1.750	2.320	3.036
4.	Wusa	953	1.146	1.284
Total		11.367	10.951	12.180

Sumber: BPS Kecamatan Dalam Angka

Tabel 3 Jumlah Penduduk Kecamatan Kalawat



No.	Desa	Jumlah Penduduk		
		2012	2016	2024
1.	Maumbi	2.756	2.954	3.315
2.	Kolongan	2.122	2.462	3.006
3.	Watutumou Tiga	2.290	2.312	2.995
4.	Watutumou dua	2.198	2.701	2.650
5.	Watutumou	2.865	4.520	4.176
6.	Suwaan	1.727	2.233	1.999
7.	Kolongan Tetempangan	3.895	2.462	4.172
8.	Kawangkoan Baru	2.941	2.954	2.853
9.	Kawangkoan	1.851	1.931	2.066
10.	Kalawat	2.853	2.790	2.548
	Total	25.498	27.319	29.780

Sumber: BPS Kecamatan Dalam Angka

Kemiringan lereng pada wilayah deliniasi penelitian terbagi atas 5 klasifikasi, yaitu 0-8%, 8-15%, 15-25%, 25-40%, dan > 40%. Topografi pada wilayah deliniasi penelitian, terbagi atas 5 klasifikasi, yaitu 50 mdpl, 100 mdpl, 150 mdpl, 200 mdpl, dan 271 mdpl. Kondisi morfologi pada wilayah penelitian terbagi atas 3 klasifikasi, yaitu, Datar, Landai, dan Perbukitan Sedang. Resiko Multi Bencana pada deliniasi wilayah penelitian, terbagi atas 3 klasifikasi.

Setelah dilakukan klasifikasi dihitung luas (Ha) dan luas (%) per klasifikasi pada setiap Kecamatan dalam wilayah deliniasi penelitian.

Adapun hasil perhitungan luas dapat dilihat pada tabel 5-8

Tabel 4 Luas (Ha) dan (%) Kelerengan

No.	Kecamatan	Kelerengan (%)	Luas (Ha)	Luas (%)
1. Mapanget	0-8%	3101,2	57,68	
	8-15%	1543,2	28,7	
	15-25%	535,9	9,96	
	25-40%	130,6	2,43	
	> 40%	65,7	1,22	
2. Talawaan	0-8%	1924,7	65,3	
	8-15%	407,5	13,83	
	15-25%	187	6,35	
	25-40%	158,8	5,39	
	> 40%	268,7	9,11	
3. Kalawat	0-8%	1564,2	41,07	
	8-15%	809,1	21,24	
	15-25%	699,7	18,37	
	25-40%	572,1	15,02	
	> 40%	161,5	4,24	

Sumber: Analisis Kontur Demnas 2025 Interval 25 m

Tabel 5 Luas (Ha) dan (%) Topografi

No.	Kecamatan	Ketinggian (mdpl)	Luas (Ha)	Luas (%)
1. Mapanget	50 mdpl	927,4	17,5	
	100 mdpl	4391,6	81,7	
	150 mdpl	52,1	1	
	200 mdpl	5,1	0,01	
	271 mdpl	-	-	
2. Talawaan	50 mdpl	117,3	4	
	100 mdpl	2287,1	77,6	
	150 mdpl	374,8	12,7	
	200 mdpl	115,9	4	
	271 mdpl	50,3	0,7	
3. Kalawat	50 mdpl	475,6	12,5	
	100 mdpl	932,8	24,5	
	150 mdpl	1713,2	45,0	
	200 mdpl	649	17,04	
	271 mdpl	36,6	0,96	

Sumber: Olah Data Demnas Tahun 2025

Tabel 6 Luas (Ha) dan (%) Morfologi

No.	Kecamatan	Klasifikasi Morfologi	Luas (Ha)	Luas (%)
1. Mapanget	Datar	5113,3	42,1	
	Landai	263,9	2,2	
	Perbukitan	-	-	
	Sedang	51,89	0,4	
	-	-	-	
2. Talawaan	Datar	2434,5	82,6	
	Landai	403,8	13,7	
	Perbukitan	-	-	
	Sedang	108,9	3,7	
	-	-	-	
3. Kalawat	Datar	3158,9	82,9	
	Landai	649,7	17,1	
	Perbukitan	-	-	
	Sedang	-	-	
	-	-	-	

Sumber: Draft Revisi RTRW Sulawesi Utara 2023

Tabel 7 Luas (Ha) dan (%) Rawan Bencana

No.	Kecamatan	Rawan Bencana	Luas (Ha)	Luas (%)
1. Mapanget	Tidak Ada Resiko Multi Bencana		1839,8	34,2
	Resiko Multi Bencana Rendah		3499,76	65,1
	Resiko Multi Bencana Menengah		37,77	0,7
2. Talawaan	Tidak Ada Resiko Multi Bencana		2947,11	100,0
	Resiko Multi Bencana Rendah		-	-
	Resiko Multi Bencana Menengah		-	-
3. Kalawat	Tidak Ada Resiko Multi Bencana		1994,9	52,4
	Resiko Multi Bencana Rendah		-	-
	Resiko Multi Bencana Menengah		1813,6	47,6

Sumber: RTRW Kota Manado 2023-2043 dan RTRW Kab. Minahasa Utara 2013-2033

Data-data gambaran umum pada tabel 6-9, akan digunakan dalam tahap interpretasi terjadinya *Urban Sprawl* berdasarkan kondisi fisik wilayah penelitian.

Arahan RTRW Kota Manado dan Kabupaten Minahasa Utara terhadap deliniasi penelitian

Berdasarkan arahan RTRW Kota Manado 2014-2034, Kecamatan Mapanget diarahkan sebagai: (a) Sebagai Sub Pusat Pelayanan Kota (SPPk) III pada sebagian Kecamatan Mapanget dengan fungsi pelayanan sebagai Perumikiman dan Perdagangan dan Jasa, (b) Sebagai Sub Pusat Pelayanan Kota (SPPk) V pada Kelurahan Kima Atas dan Kelurahan Mapanget Barat dengan fungsi pelayanan sebagai Permukiman,

Perdagangan dan Jasa, dan Pariwisata, (c) Sebagai Sub Pusat Pelayanan Kota (SPPk) VI Pada Kelurahan Paniki Bawah dengan fungsi pelayanan sebagai Hunian, Perdagangan dan Jasa, Kesehatan, Perkantoran, dan Olahraga.

Berdasarkan arahan RTRW Kabupaten Minahasa Utara 2013-2033, sebagai Kawasan Siap Bangun (KASIBA) untuk memenuhi kebutuhan perumahan lokal dan menampung limpahan kebutuhan perumahan Kota Manado dan Kota Bitung.

Indeks NDBI

Klasifikasi lahan terbangun dan tidak terbangun dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan berbasis indeks dari citra satelit. Dua indeks yang digunakan adalah Normalized Difference Built-up Index (NDBI) dan Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI).

Dalam penelitian ini, band yang digunakan untuk SWIR adalah band 6 (Landsat 5 dan 7) atau band 6 (Landsat 8 dan 9), sedangkan NIR menggunakan band 5. Hasil nilai NDBI yang bernilai positif mengindikasikan lahan terbangun, sedangkan nilai negatif umumnya menunjukkan vegetasi atau perairan.

Tabel 8 Nilai Indeks NDBI

No.	Tahun	Nilai Minimum NDBI	Nilai Maksimum NDBI
1.	1994	-0,576417	0,249125
2.	2000	-0,582539	0,227498
3.	2004	-0,589982	0,548899
4.	2008	-0,829099	0,618339
5.	2012	-0,572297	0,648445
6.	2016	-0,548921	0,381823
7.	2024	-0,562228	0,353463

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Indeks MNDWI

MNDWI menggunakan band Green dan SWIR. MNDWI area badan air akan memiliki nilai positif, dan nilai negatif sebagai wilayah non-perairan.

Berdasarkan hasil analisis, didapatkan nilai rentang indeks NDBI dari tahun pengamatan 1994 sampai 2024. Adapun hasil analisis dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 9 Nilai Indeks MNDWI

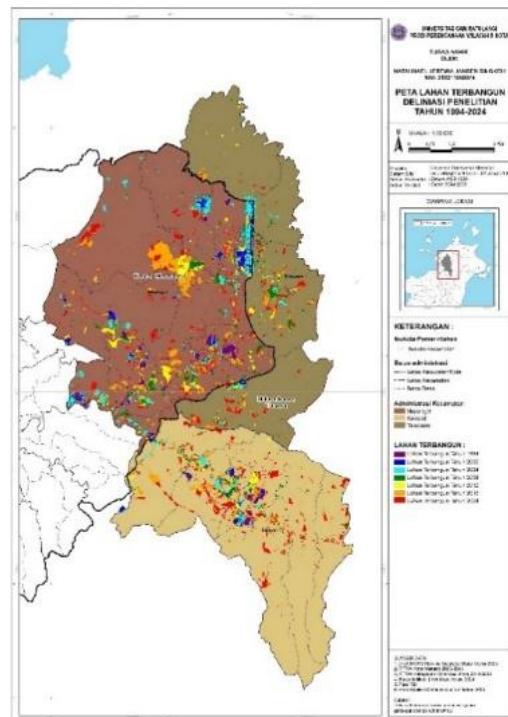
No.	Tahun	Nilai Minimum MNDWI	Nilai Maksimum MNDWI
2.	2000	-0,670798	0,544158
3.	2004	-0,697709	0,289960
4.	2008	-0,677429	0,140506
5.	2012	-0,738769	0,433164
6.	2016	-0,732891	0,268490
7.	2024	-0,847739	0,607194

Sumber: Hasil Analisis, 2025

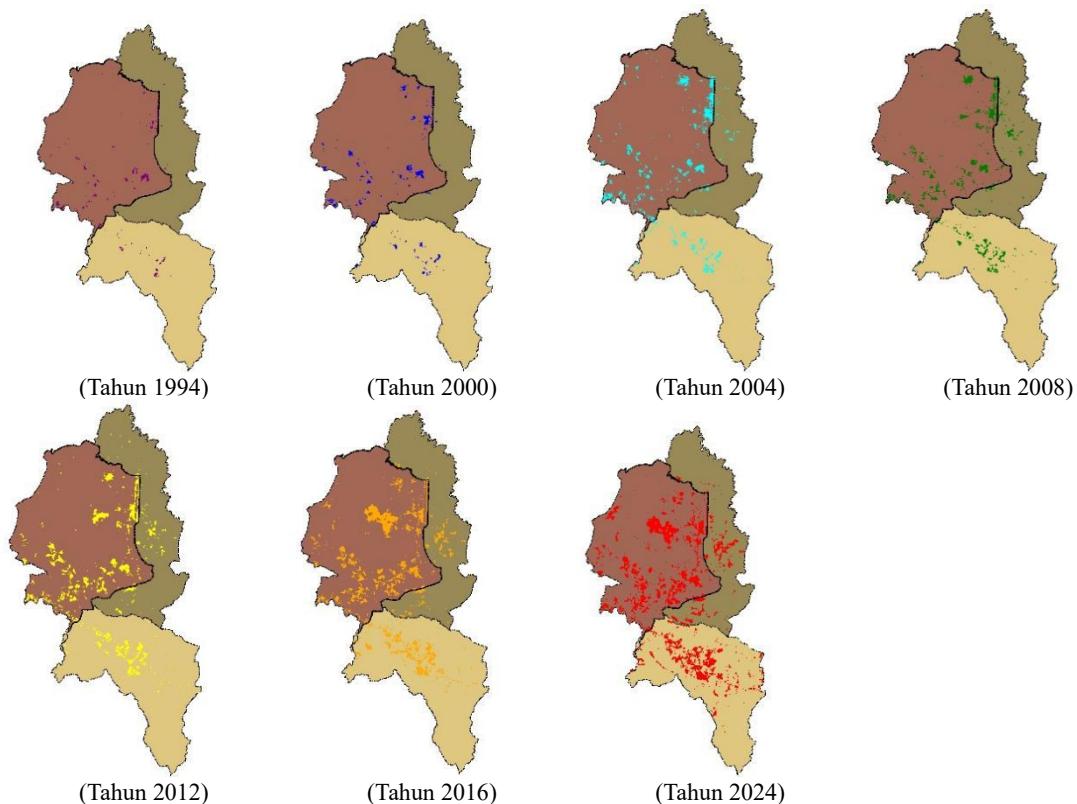
Hasil Integrasi NDBI dan MNDWI sebagai Lahan Terbangun dan Tidak Terbangun

Integrasi antara nilai *Normalized Difference Built-up Index (NDBI)* dan *Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI)* digunakan sebagai pendekatan klasifikasi lahan terbangun dan tidak terbangun. Kriteria yang digunakan adalah lahan terbangun diidentifikasi nilai NDBI lebih besar dari -0,1 dan nilai MNDWI kurang dari atau sama dengan 0.

Berdasarkan hasil integrasi kedua indeks pada *platform google earth engine (GEE)* maka didapat hasil lahan terbangun dan tidak terbangun 1994-2024. Setelah itu, dilakukan perhitungan luas (Ha) pada setiap klasifikasi.



Gambar 7 Peta Lahan Terbangun dan Tidak Terbangun 1994-2024

**Gambar 8** Lahan Terbangun Tahun 1994-2024**Tabel 10** Luas Lahan Terbangun 1994-2024

No.	Kecamatan	Luas Lahan Terbangun (Ha)						
		1994	2000	2004	2008	2012	2016	2024
1.	Mapanget	73,9	112,6	272,3	278,1	364,4	526,3	718
2.	Talawaan	1,7	4,1	32,8	52,6	58,6	89,9	167
3.	Kalawat	20,4	31,7	77,9	90	131,1	213	370
Total (Ha)		96	148,4	383	420,7	554,1	829,2	1.255
Persentase dari total luas wilayah (%)		0,79	1,22	3,16	3,47	4,57	6,84	10,35

Sumber: Hasil Analisis, 2025**Tabel 11** Luas Lahan Tidak Terbangun 1994-2024

No.	Kecamatan	Luas Lahan Tidak Terbangun (Ha)						
		1994	2000	2004	2008	2012	2016	2024
1.	Mapanget	5301,8	5263,1	5103,4	5097,6	5011,3	4849,4	4657
2.	Talawaan	2944,4	2942	2913,4	2893,5	2887,5	2856,2	2780
3.	Kalawat	3786,8	3775,5	3729,3	3717,3	3676,1	3594,2	3437
Total (Ha)		12.033	11.980	11.746	11.708	11.574	11.299	10.874
Persentase dari total luas wilayah (%)		99,21	98,78	96,84	96,53	95,43	93,16	89,65

Sumber: Hasil Analisis, 2025**Tabel 12** Perubahan (Ha) dan (%) Lahan Terbangun dalam Periode Pengamatan

No.	Periode	Dari Tahun	1994	2000	2004	2008	2012	2016	1994
			Ke Tahun	2000	2004	2008	2012	2016	2024
1.	Interval (Tahun)		6	4	4	4	4	8	30
2.	Latas Perubahan Lahan Terbangun Per Periode (Ha)		52,4	234,6	37,7	133,4	275,1	425,8	1.159
3.	Laju Perubahan Per Tahun dalam Periode (Ha)		8,7	58,65	9,42	33,35	68,77	53,23	38,63
4.	Perubahan Lahan Terbangun Per Periode (%)		54,58	158,06	9,84	31,70	49,64	51,34	1.207,29
5.	Perubahan Lahan Terbangun Per Tahun dalam Periode (%)		9,10	39,52	2,46	7,93	12,41	6,42	40,24

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Lahan terbangun di wilayah penelitian selama 30 tahun pengamatan mengalami peningkatan signifikan dari 96 hektar (0,79%) menjadi 1.255 hektar (10,35%). Pada tahun 2000 dengan pertumbuhan sebesar 54,58%. Tahun 2004 menandai lonjakan signifikan hingga 383 hektar (3,16%) dengan laju tahunan 58,65 hektar, mencerminkan percepatan pembangunan. Periode 2004–2008 mengalami perlambatan, dengan penambahan hanya 37,7 hektar dan laju tahunan menurun menjadi 9,42 hektar.

Namun, pertumbuhan kembali meningkat pada 2012 dan mencapai puncaknya tahun 2016 dengan penambahan 275,1 hektar dalam 4 tahun (laju 68,77 hektar/tahun), mencerminkan tekanan tinggi terhadap lahan tidak terbangun. Hingga 2024, lahan terbangun mencapai 1.255 hektar, bertambah 425,8 hektar sejak 2016. Secara akumulatif, terjadi perubahan sebesar 1.159 hektar selama 30 tahun, dengan laju rata-rata 38,63 hektar per tahun.



Gambar 9 Peningkatan Luas Lahan Terbangun



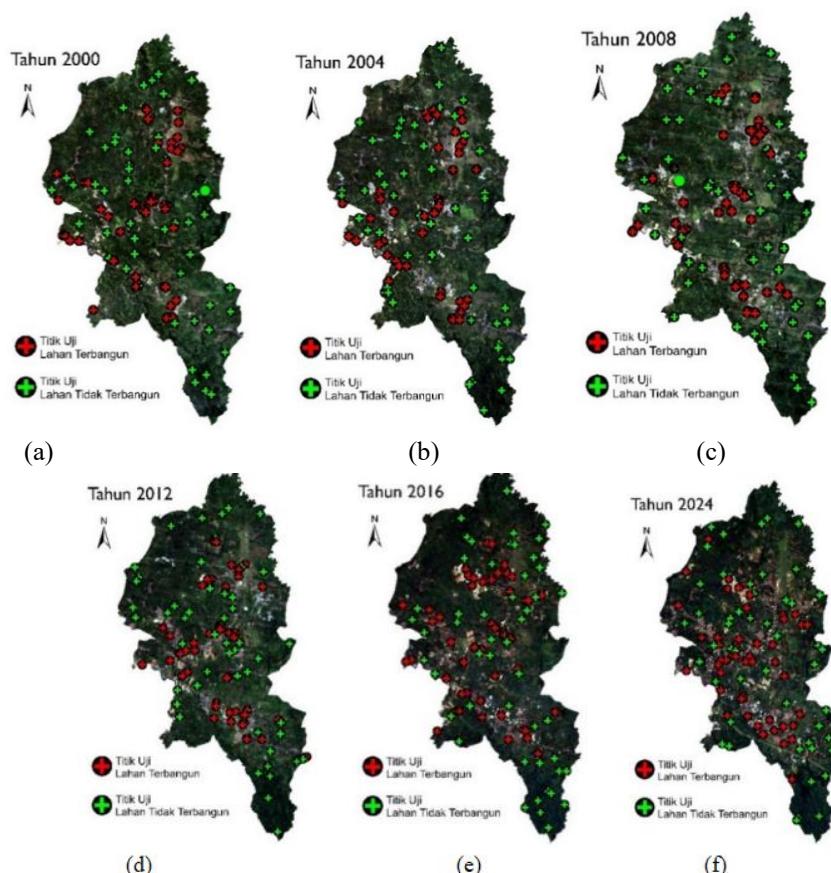
Gambar 10 Diagram Perbandingan Luas Lahan Terbangun dan Tidak Terbangun

Pengujian Akurasi Hasil Klasifikasi Lahan Terbangun dan Lahan Tidak Terbangun

Pengujian akurasi merupakan tahap penting dalam proses klasifikasi citra satelit untuk memastikan bahwa

hasil klasifikasi dapat menampilkan kondisi sebenarnya di lapangan. Dalam penelitian ini pengujian akurasi dilakukan terhadap hasil klasifikasi dua kelas tutupan lahan, yaitu lahan terbangun dan lahan tidak terbangun, pada setiap tahun pengamatan (2000, 2004, 2008, 2012, 2016, dan 2024), tahun 1994 tidak dilakukan uji akurasi dikarenakan citra satelit yang menjadi acuan untuk memvalidasi yaitu Google Earth tidak tersedia.

Proses klasifikasi dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS, dengan menggunakan *tools Create Accuracy Assessment Points* untuk menghasilkan titik sampel validasi. Sebanyak 100 titik sampel digunakan untuk setiap tahun, terdiri dari 50 titik untuk lahan terbangun dan 50 titik untuk lahan tidak terbangun. Metode penyebaran titik yang digunakan adalah *Stratified Random*, yang memastikan penyebaran acak namun proporsional berdasarkan kelas tutupan lahan.



Gambar 11 Sampel Titik Uji Akurasi Time Series

Tabel 13 Hasil Uji Akurasi

No.	Tahun	Producer's Accuracy	User's Accuracy	Overall Accuracy (OA)	Kappa Index
1.	2000	0,92	0,92	92%	0,84
2.	2004	1,00	0,91	91%	0,82
3.	2008	0,94	0,85	85%	0,70
4.	2012	0,95	0,92	92%	0,84
5.	2016	0,89	0,93	93%	0,86
6.	2024	0,90	0,92	92%	0,84

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan tabel 14, dapat dilihat bahwa akurasi klasifikasi secara umum cukup tinggi, dengan nilai Overall Accuracy berkisar antara 85% hingga 93%. Nilai Kappa Index juga menunjukkan konsistensi klasifikasi yang baik, dengan nilai tertinggi sebesar 0,86 pada tahun 2016 dan terendah sebesar 0,70 pada tahun 2008. Nilai Kappa Index di atas 0,80 menunjukkan bahwa klasifikasi memiliki kesesuaian yang sangat baik dengan data referensi. Nilai *Producer's Accuracy* dan *User's Accuracy* yang tinggi menunjukkan bahwa klasifikasi mampu menangkap

dengan baik karakteristik masing-masing kelas tutupan lahan. Secara keseluruhan, hasil pengujian akurasi menunjukkan bahwa klasifikasi yang digunakan layak dan akurat untuk digunakan dalam analisis lebih lanjut dalam penelitian ini.

Perbandingan Laju Pertumbuhan Penduduk dan Lahan Terbangun

Jika pengembangan lahan berlangsung lebih cepat dibandingkan pertambahan jumlah penduduk, hal ini mengindikasikan terjadinya *Urban Sprawl*, Sudhira, dkk dan Bhatta (dalam Abedini, dkk 2020). Berdasarkan hal tersebut, dapat diinterpretasikan sebagai Jika $> 1 \rightarrow Sprawl$, Jika $= 1 \rightarrow$ Pertumbuhan seimbang, Jika $< 1 \rightarrow$ Pertumbuhan kompak.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, diperoleh hasil perhitungan indeks *Sprawl* beserta keterangan setiap Kelurahan/Desa yang mengalami *Sprawl* selama periode pengamatan, pada tabel 17-19.

Tabel 14

Hasil Analisis Laju Pertumbuhan Penduduk dan Pertumbuhan Lahan Terbangun Kecamatan Mapanget

No.	Tahun	Kelurahan	Pertumbuhan Penduduk (%)	Pertumbuhan Lahan Terbangun (%)	Indeks Sprawl	Keterangan
1.	2008-2012	Paniki Satu	-15,06	15,99	-1,06	Tidak Terjadi Sprawl
		Paniki Dua	2,25	16,67	7,41	Terjadi Sprawl
		Paniki Bawah	-12,21	74,55	-6,11	Tidak Terjadi Sprawl
		Mapanget Barat	-8,05	-11,73	1,46	Terjadi Sprawl
		Lapangan	-20,55	-3,83	0,19	Tidak Terjadi Sprawl
		Kima Atas	-9,95	-35,63	3,58	Terjadi Sprawl
		Kairagi Satu	-8,16	20,52	-2,51	Tidak Terjadi Sprawl
		Kairagi Dua	-7,60	36,34	-4,78	Tidak Terjadi Sprawl
		Bengkol	-30,60	3782,87	-123,63	Tidak Terjadi Sprawl
		Buha	1,45	-85,13	-58,54	Tidak Terjadi Sprawl
2.	2012-2016	Paniki Satu	0,65	33,31	51,43	Terjadi Sprawl
		Paniki Dua	-1,61	9,19	-5,71	Tidak Terjadi Sprawl
		Paniki Bawah	38,76	68,96	1,78	Terjadi Sprawl
		Mapanget Barat	3,94	40,70	10,32	Terjadi Sprawl
		Lapangan	0,19	-20,02	-105,29	Tidak Terjadi Sprawl
		Kima Atas	14,95	22,66	1,52	Terjadi Sprawl
		Kairagi Satu	-0,84	-8,23	9,76	Terjadi Sprawl
		Kairagi Dua	8,61	17,57	2,04	Terjadi Sprawl
		Bengkol	2,71	81,15	29,98	Terjadi Sprawl
		Buha	31,45	1673,55	53,22	Terjadi Sprawl
3.	2016-2024	Paniki Satu	-10,73	34,13	-3,18	Tidak Terjadi Sprawl
		Paniki Dua	-0,04	34,91	-959,79	Tidak Terjadi Sprawl
		Paniki Bawah	17,26	35,84	2,08	Terjadi Sprawl
		Mapanget Barat	-2,33	20,10	-8,61	Tidak Terjadi Sprawl
		Lapangan	-5,88	22,15	-3,76	Tidak Terjadi Sprawl
		Kima Atas	4,76	289,62	60,82	Terjadi Sprawl
		Kairagi Satu	-12,42	34,77	-2,80	Tidak Terjadi Sprawl
		Kairagi Dua	10,68	33,68	3,15	Terjadi Sprawl
		Bengkol	11,86	-1,49	-0,13	Tidak Terjadi Sprawl
		Buha	0,07	108,32	1447,61	Terjadi Sprawl

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Tabel 15

Hasil Analisis Laju Pertumbuhan Penduduk dan Pertumbuhan Lahan Terbangun Kecamatan Kalawat

No.	Tahun	Desa	Pertumbuhan Penduduk (%)	Pertumbuhan Lahan Terbangun (%)	Indeks Sprawl	Keterangan
1.	2012-2016	Maumbi	7,18	152,24	21,19	Terjadi Sprawl
		Kolongan	16,02	178,54	11,14	Terjadi Sprawl
		Watutumou Tiga	0,96	25,65	26,70	Terjadi Sprawl
		Watutumou Dua	22,88	32,85	1,44	Terjadi Sprawl
		Watutumou	57,77	69,55	1,20	Terjadi Sprawl
		Suwaan	29,30	93,66	3,20	Terjadi Sprawl
		Kolongan	0,74	29,46	39,57	Terjadi Sprawl
		Tetempangan				
		Kawangkoan Baru	0,44	34,77	78,66	Terjadi Sprawl
		Kawangkoan	4,32	144,05	33,33	Terjadi Sprawl
		Kalawat	-2,21	32,80	-14,85	Tidak Terjadi Sprawl
2.	2016-2024	Maumbi	12,22	35,62	2,92	Terjadi Sprawl
		Kolongan	22,10	206,58	9,35	Terjadi Sprawl
		Watutumou Tiga	29,54	42,37	1,43	Terjadi Sprawl
		Watutumou Dua	-1,89	67,96	-35,99	Tidak Terjadi Sprawl
		Watutumou	-7,61	68,85	-9,05	Tidak Terjadi Sprawl
		Suwaan	-10,48	532,04	-50,77	Tidak Terjadi Sprawl
		Kolongan	6,32	54,58	8,64	Terjadi Sprawl
		Tetempangan				
		Kawangkoan Baru	-3,42	33,47	-9,79	Tidak Terjadi Sprawl
		Kawangkoan	6,99	293,35	41,96	Terjadi Sprawl
		Kalawat	-8,67	49,43	-5,70	Tidak Terjadi Sprawl

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Tabel 16

Hasil Analisis Laju Pertumbuhan Penduduk dan Pertumbuhan Lahan Terbangun Kecamatan Talawaan

No.	Tahun	Desa	Pertumbuhan Penduduk (%)	Pertumbuhan Lahan Terbangun (%)	Indeks Sprawl	Keterangan
1.	2012-2016	Mapanget	-15,03	59,72	-3,97	Tidak Terjadi Sprawl
		Winetin	9,23	-55,53	-6,01	Tidak Terjadi Sprawl
		Paniki Atas	32,57	58,44	1,79	Terjadi Sprawl
		Wusa	20,25	22,79	1,13	Terjadi Sprawl
2.	2016-2024	Mapanget	3,52	76,28	21,66	Terjadi Sprawl
		Winetin	23,56	124	5,26	Terjadi Sprawl
		Paniki Atas	30,86	115,99	3,76	Terjadi Sprawl
		Wusa	12,04	24,22	2,01	Terjadi Sprawl

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Urban Sprawl di Kecamatan Mapanget dipicu oleh kombinasi faktor fisik seperti kelerengan dominan (0–8%), morfologi landai, aksesibilitas tinggi terhadap jalan arteri primer dan bandara, serta dukungan infrastruktur dan layanan. Beberapa kelurahan seperti Paniki Satu, Paniki Dua, Paniki Bawah, Mapanget Barat, Kima Atas, dan Buha mengalami pertumbuhan pesat, didorong juga oleh arahan RTRW Kota Manado 2014-2034 sebagai SPPk, LISIBA, dan KASIBA, yang memicu pembangunan ±51 perumahan terencana sejak 2006. Sebaliknya, kelurahan seperti Lapangan tidak menunjukkan *Sprawl* dan pertumbuhan penduduk yang stabil.

Di wilayah Desa Mapanget, Paniki Atas, dan Wusa, *Urban Sprawl* terjadi karena kondisi fisik yang mendukung dilakukan pengembangan perumahan-perumahan, arahan RTRW Kabupaten Minahasa Utara 2013-2033 sebagai KASIBA untuk menampung limpahan kebutuhan perumahan Kota Manado, serta aksesibilitas tinggi. Limpahan urbanisasi dari Manado menyebabkan lonjakan kebutuhan hunian sub-urban, sementara di Desa Wusa terjadi alih fungsi lahan dari agraris ke permukiman. Desa Winetin belum mengalami *Sprawl* signifikan karena terbatasnya akses dan layanan publik, dan peruntukan lahan dalam RTRW didominasi peruntukan perkebunan.



Kecamatan Kalawat juga terdampak *Urban Sprawl* akibat limpahan urbanisasi Manado, didukung kondisi fisik lahan, akses ke jalan utama Manado–Bitung, dan sistem transportasi. RTRW yang menetapkan wilayah ini sebagai KASIBA mempercepat *Sprawl*, terutama di desa seperti Suwaan dan Watutumou Dua. Meskipun ada perlambatan pasca tahun 2016 akibat penurunan jumlah penduduk, pembangunan permukiman rendah tetap berlanjut karena tingginya permintaan dari Kota Manado.

Tipe *Urban Sprawl*

Wilayah penlitian mengalami perubahan lahan terhadap *Urban Sprawl*, terjadi secara signifikan,

dengan 3 tipe klasifikasi. Ketiga tipe yang ada pada wilayah penelitian selama 30 tahun terakhir, dengan pengamatan pada periode 1994-2000, 2000-2004, 2004-2008, 2008-2012, 2012-2016, 2016-2024, dan 1994-2024. Berdasarkan hasil analisis, tipe *Urban Sprawl* yang terjadi selama periode pengamatan, mempunyai tipe *Leapfrog*, *Edge*, dan *Ribbon*. Perhitungan luas (Ha) dan (%) tipe *Sprawl* dihitung secara keseluruhan pada wilayah deliniasi penelitian, dan juga dihitung luas (Ha) dan (%) pada Kecamatan Mapanget.

Tabel 17 Luas (Ha) dan (%) Tipe *Sprawl* Deliniasi Penelitian Per Periode

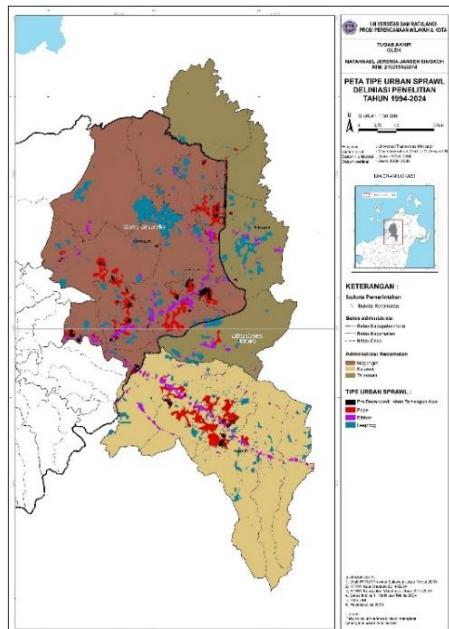
N o	Tipe <i>Sprawl</i>	1994-200		2000-2004		2004-2008		2008-2012		2012-2016		2016-2024		1994-2024	
		Luas (Ha)	Luas (%)												
1	<i>Leapfrog</i>	33,4	40	60,6	24	57,3	33	38,3	15	75,7	18	104	20	563	48
2	<i>Edge</i>	39,3	48	150	59	83,7	49	162	65	258	63	298	57	381	33
3	<i>Ribbon</i>	9,6	12	43,1	17	30,8	18	49,2	20	78,3	19	119	23	225	19

Sumber: Hasil Analisis, 2025

Tabel 18 Luas (Ha) dan (%) Tipe *Sprawl* Deliniasi Penelitian Per Periode Kecamatan Mapanget

N o	Tipe <i>Sprawl</i>	1994-200		2000-2004		2004-2008		2008-2012		2012-2016		2016-2024		1994-2024	
		Luas (Ha)	Luas (%)												
1	<i>Leapfrog</i>	33,4	40	60,6	24	57,3	33	38,3	15	75,7	18	104	20	563	48
2	<i>Edge</i>	39,3	48	150	59	83,7	49	162	65	258	63	298	57	381	33
3	<i>Ribbon</i>	9,6	12	43,1	17	30,8	18	49,2	20	78,3	19	119	23	225	19

Sumber: Hasil Analisis, 2025

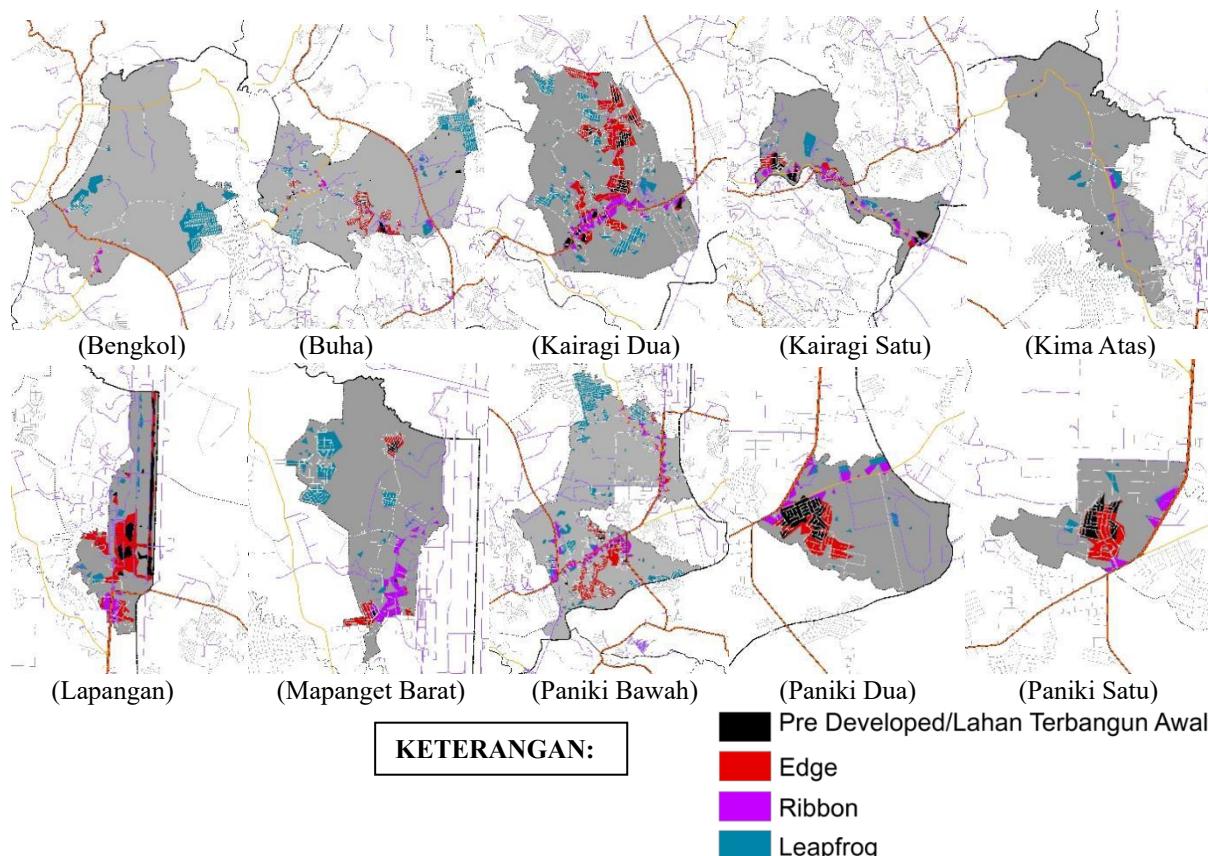


Gambar 11 Peta Tipe Sprawl Deliniasi Penelitian 1994-2024

Selama rentang waktu 30 tahun dari 1994 hingga 2024, pola Urban Sprawl di wilayah penelitian menunjukkan bahwa Leapfrog Sprawl menjadi pola Sprawl yang paling dominan dengan persentase dari total luas

Sprawl yang terjadi sebesar 48% terhadap luas pengembangan. Ini menunjukkan bahwa sebagian besar pembangunan terjadi dalam pola yang terpisah dari kawasan terbangun utama, menyebabkan banyak terjadi fragmentasi lanskap. Penyebaran lahan terbangun secara melompat ini berkontribusi terhadap pertumbuhan kota yang tidak teratur.

Di sisi lain, Edge Sprawl 33%, menunjukkan ekspansi kota yang tumbuh menyatu dengan lahan terbangun yang ada, namun tetap mendorong pelebaran secara sporadis. Ribbon Sprawl dengan persentase 19% dari total Sprawl, memperlihatkan bahwa pertumbuhan mengikuti jaringan jalan utama juga menjadi tren dalam perkembangan lahan terbangun di wilayah penelitian. Secara keseluruhan, tren ini menunjukkan bahwa wilayah studi mengalami pertumbuhan kota yang bercirikan kombinasi antara penyebaran tak terstruktur dan pertumbuhan berbasis jaringan transportasi.



Gambar 12 Tipe Sprawl Per Kelurahan 1994-2024

Interpretasi Tipe *Sprawl* di Kecamatan Mapanget

Leapfrog Sprawl paling dominan di Kelurahan Paniki Bawah, Mapanget Barat, Kima Atas, Buha, dan Bengkol, dipicu oleh arahan RTRW sebagai SPPk V dan VI, meskipun pembangunan lahan terbangun sudah sesuai peruntukan lahan, namun kurangnya pengendalian pemanfaatan ruang menyebabkan pembangunan dilakukan secara meloncat-loncat. Aksesibilitas dari Jalan Arteri Primer A.A. Maramis dan kolektor primer Kairagi–Airmadidi. Kondisi fisik lahan yang datar dan risiko bencana rendah mendukung pembangunan ±30 perumahan terencana yang tersebar secara tidak beraturan.

Edge Sprawl yang mendominasi di Kelurahan Paniki Satu, Paniki Dua, Lapangan, dan Kairagi Dua. Disebabkan oleh kondisi fisik yang mendukung ekspansi lahan terbangun, aksesibilitas dan keterjangkauan, peruntukan pola ruang, dan penambahan perumahan yang menyatu lahan terbangun awal. Mendominasinya pola Edge akibat dari menyatunya lahan terbangun awal dengan Perumahan terencana, karena berkembang secara sporadis. Seperti Perumahan-perumahan terencana Kili Permai di Kelurahan Paniki Satu, Perumahan Royal Residence, Perumahan Restika Permai, Politeknik Indah, dan BTN TNI AL. Sedangkan Kelurahan Lapangan karena perkembangan Kawasan Bandara Sam Ratulangi yang semakin luas dari awal tahun pengamatan.

Tipe *Ribbon Sprawl* hanya mendominasi pada Kelurahan Kairagi Satu. Faktor penyebab yaitu terakomodir dengan jalan arteri primer Jalan A. A. Maramis dan jalan kolektor primer Jalan Kairagi–Airmadidi, kondisi fisik yang mendukung ekspansi pada jalan-jalan utama, serta sebagai Kelurahan yang paling dekat dengan CBD Kota Manado. Lahan terbangun yang paling mendominasi berfungsi sebagai bangunan perdagangan dan jasa.

KESIMPULAN

Selama 30 tahun terakhir, Urban Sprawl di Kecamatan Mapanget berkembang pesat. Pendekatan hipotesis hitam putih menunjukkan bahwa pertumbuhan lahan terbangun melampaui pertumbuhan penduduk, terutama antara 2012–2016 dan 2016–2024. Hal ini mencerminkan pembangunan yang menyebar dan melebihi kebutuhan demografis.

Sedangkan pola *Sprawl* yang paling mendominasi adalah *Leapfrog Sprawl* 48%, menunjukkan bahwa pembangunan lahan terbangun berkembang secara meloncat-loncat yang menimbulkan ruang kosong diantara lahan yang telah dibangun, akibat dari kondisi fisik, aksesibilitas, dan kurangnya pengendalian pemanfaatan ruang. Diikuti oleh pola *Edge Sprawl* 33%, dibangun dari lahan terbangun awal dan berkembang ke arah luar/tepian sehingga menyatu dengan perumahan terencana, pada Kelurahan Paniki, Paniki Dua, dan Kairagi Dua. Pada Kelurahan Lapangan Tipe Edge berkembang akibat semakin meluasnya kawasan Bandara Sam Ratulangi. pola *Ribbon Sprawl* 19% di Kelurahan Kairagi Satu yang merupakan kelurahan dengan tipe dominan *Ribbon*, akibat dari pembangunan perdangan dan jasa disepanjang jalan utama Kairagi-Airmadidi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abedini, A., Khalili, A., & Asadi, N. (2020). Urban Sprawl Evaluation Using Landscape Metrics and Black-and-White Hypothesis (Case Study: Urmia City). *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 48(7), 1021–1034. <https://doi.org/10.1007/s12524-020-01132-5>
- Banai, R., & DePriest, T. (2014). Urban Sprawl: Definitions, Data, Methods of Measurement, and Environmental Consequences. *Journal of Sustainability Education*, 7(December), 1–15.
- Barbara, P. B. (2016). Penataan Kawasan Pusat Kota Mojokerto Untuk Memperkuat Identitas Kota.



- https://repository.its.ac.id/72749/0Ahttps://repository.its.ac.id/72749/1/3214203010-Master_Thesis.pdf
- Behnisch, M., Krüger, T., & Jaeger, J. A. G. (2022). Rapid rise in urban sprawl: Global hotspots and trends since 1990. *PLOS Sustainability and Transformation*, 1(11), e0000034. <https://doi.org/10.1371/journal.pstr.0000034>
- Bhatta, B., Saraswati, S., & Bandyopadhyay, D. (2010). Urban sprawl measurement from remote sensing data. *Applied Geography*, 30(4), 731–740. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2010.02.002>
- Christiawan, P. I. (2019). Tipe Urban Sprawl dan Eksistensi Pertanian di Wilayah Pinggiran Kota Denpasar. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, 7(2), 79–89. <https://doi.org/10.14710/jwl.7.2.79-89>
- Elias, S. E., Rondonuwu, D. M., & Tondobala, L. (2021). Perkembangan Fringe-Settlements di Kawasan Rural-Urban Fringe. *Jurnal Spasial*, 8(3), 399–409.
- Hasriyanti, N., & Ikayanti, P. (2015). The Quality of The Spatial Space of The Physical Expansion of The City at The Ambawang Corridor.
- Krismasta, V., Rogi, O. H., & Tilaar, S. (2015). Kajian Transformasi Wilayah Peri-Urban Di Kota Manado (Studi Kasus : Kecamatan Mapanget). *Spasial*, 2(1), 1–9.
- Lv, Z. Q., Dai, F. Q., & Sun, C. (2012). Evaluation of urban sprawl and urban landscape pattern in a rapidly developing region. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(10), 6437–6448. <https://doi.org/10.1007/s10661-011-2431-x>
- Manjunatha, C. S., Chandrashekhar, J. S., & Chandrashekha, B. (2019). An Overview of Multidimensional Drivers and Adverse Impacts of Urban Sprawl. *Environment & We*, 7112(14), 77–87. <http://www.ewijst.org/issues/vol14/ewijst14010719004.pdf>
- Nong, D. H., Lepczyk, C. A., Miura, T., & Fox, J. M. (2018). Quantifying urban growth patterns in Hanoi using landscape expansion modes and time series spatial metrics. *PLoS ONE*, 13(5), 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0196940>
- Pryor, R. J. (1968). Defining the rural, urban fringe. *Social Forces*, 47(2), 202.
- <https://doi.org/10.1093/sf/47.2.195>
- Purwantiasning, A. W., Schneider, V., & Whittingham, N. (2014). Ari Widiyati Purwantiasning Valeria Schneider Neil Whittingham.
- Rakuasa, H., & Latue, P. C. (2023). Monitoring Urban Sprawl in Ambon City Using Google Earth Engine. *MULTIPLE: Journal of Global and Multidisciplinary*, 1(2), 88–100. <https://journal.institercom-edu.org/index.php/multiple>
- Shukla, A., & Jain, K. (2019). Modeling Urban Growth Trajectories and Spatiotemporal Pattern: A Case Study of Lucknow City, India. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 47(1), 139–152. <https://doi.org/10.1007/s12524-018-0880-1>
- Sudhira, H. S., Ramachandra, T. V., & Jagadish, K. S. (2004). Urban sprawl: Metrics, dynamics and modelling using GIS. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5(1), 29–39. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2003.08.002>
- Surya, B., Salim, A., Hernita, H., Suriani, S., Menne, F., & Rasyidi, E. S. (2021). Land use change, urban agglomeration, and urban sprawl: A sustainable development perspective of makassar city, indonesia. *Land*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/land10060556>
- Tambani, J. (2018). Kajian Pengaruh Urban Sprawl Terhadap Perkembangan Infrastruktur Di Kecamatan Mapanget. *Media Matrasain*, 15(1), 71–89.
- Verbeek, T., Boussauw, K., & Pisman, A. (2014). Presence and trends of linear sprawl: Explaining ribbon development in the north of Belgium. *Landscape and Urban Planning*, 128, 48–59. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.04.022>
- Wang, X., Shi, R., & Zhou, Y. (2020). Dynamics of urban sprawl and sustainable development in China. *Socio-Economic Planning Sciences*, 70(October 2018), 100736. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2019.100736>
- Yasin, M. Y., Mohd Yusoff, M., Abdullah, J., & Mohd Noor, N. (2020). Is urban sprawl a threat to sustainable development? A review of characteristics and consequences. *Malaysian Journal of Society and Space*, 16(4), 56–68. <https://doi.org/10.17576/geo-2020-1604-05>
- Yunus, H. S. (2000). Struktur tata ruang kota.