



IDENTIFIKASI *LINEAR SPRAWL* PADA KORIDOR-KORIDOR JALAN UTAMA WILAYAH PERI URBAN KOTA MANADO

Michael M. Rengkung^{1*}, Octavianus H.A. Rogi¹, Surijadi Supardjo¹, Dede R. Rantaola¹

¹Program Studi Perencanaan Wilayah & Kota Universitas Sam Ratulangi

*E-mail penulis korespondensi: michaelrengkung@unsrat.ac.id

Received: Juni, 2026; Revised: Juli, 2026 ; Published: Juli, 2026

ABSTRAK

Tulisan ini mencoba mengidentifikasi seberapa jauh fenomena perluasan kota di wilayah peri-urban Kota Manado, Indonesia, merupakan kontribusi dari perluasan secara linier pada periode 2015-2025. Koridor jalan yang dikaji dalam studi ini mencakup 10 segmen jalan arteri dan kolektor primer di 6 kecamatan peri urban Kota Manado. Intensitas *linear sprawl* diukur dengan metrik *Linear Sprawl Intensity Ratio* (LSIR) yang didefinisikan sebagai rasio relatif antara parameter kepadatan bangunan atau pertumbuhan tutupan lahan oleh bangunan pada area buffer koridor jalan dengan parameter yang sama pada lingkup kecamatan, untuk periode waktu yang sama. $LSIR > 1$ identik dengan terjadinya linear sprawl. Zona buffer ditetapkan selebar 100 m di kedua sisi jalan. Hasil analisis menunjukkan bahwa dalam rasio parameter kepadatan maupun pertumbuhan *lahan terbangun*, dari 10 koridor yang diamati terdapat 6 koridor yang memiliki $LSIR > 1$, tapi memiliki sedikit perbedaan distribusi antar parameter.

Kata Kunci: *Linear Sprawl Intensity Ratio* (LSIR); perluasan kota; wilayah peri-urban

ABSTRACT

This paper attempts to identify the extent to which the urban sprawl phenomenon in the peri-urban area of Manado City, Indonesia, is a result of linear sprawl during the period 2015-2025. The road corridors examined in this study include 10 primary arterial and collector road segments in 6 peri-urban sub-districts of Manado City. The intensity of linear sprawl is measured using the Linear Sprawl Intensity Ratio (LSIR) metric, which is defined as the ratio of building density or building footprint growth in the buffer area of the road corridor to the same parameters within the sub-district for the same time period. $LSIR > 1$ is identical to the occurrence of linear sprawl. The buffer zone is set at 100 m wide on both sides of the road. The analysis results show that in the ratio of density parameters and building footprint growth, of the 10 observed corridors, 6 corridors have $LSIR > 1$, but there are slight differences in the distribution between parameters.

Keywords: *Linear Sprawl Intensity Ratio* (LSIR); Peri-Urban Area; Urban Sprawl

PENDAHULUAN

Perkembangan pesat penduduk dan aktivitas ekonomi di Kota Manado sebagai ibu kota Provinsi Sulawesi Utara telah mendorong ekspansi fisik kota ke arah pinggiran, terutama ke kawasan peri-urban. Dalam dekade terakhir, transformasi ruang ini tidak hanya menghasilkan pemekaran wilayah secara umum, tetapi juga menimbulkan dinamika tata ruang yang kurang terkendali, atau *urban sprawl*.

Urban sprawl membawa berbagai implikasi negatif bagi keberlanjutan kota, mulai dari fragmentasi penggunaan lahan, berkurangnya ruang terbuka dan lahan produktif (misalnya pertanian), meningkatnya

ketergantungan terhadap kendaraan pribadi, hingga tekanan pada infrastruktur dan layanan publik. Di Manado, ketidakteraturan pola perluasan ini dapat menyebabkan disparitas dalam aksesibilitas fasilitas, serta peningkatan biaya infrastruktur seiring memanjang dan melebaranya kawasan terbangun. Oleh karena itu, sangat penting untuk memahami seperti apa tipologi sprawl yang terjadi, sehingga bisa ditentukan pendekatan perencanaan dan kebijakan yang tepat.

Salah satu tipologi sprawl yang sering muncul di kawasan pinggiran atau sepanjang jalur aksesibilitas utama adalah Linear Sprawl (*Ribbon atau Strip Development*). Berbeda dengan pola sprawl acak (*Leapfrog*), linear sprawl mengacu pada pemanjangan



penyebaran bangunan mengikuti koridor jalan. Hal ini seringkali diakibatkan kemudahan akses dan jalur transportasi yang ada. Mengingat karakter geografis dan infrastruktur jalan di Manado, ada potensi bahwa fenomena sprawl tidak hanya acak tetapi juga memanjang secara linear, hal yang belum banyak dikaji secara kuantitatif di konteks Manado. Oleh sebab itu, identifikasi apakah sprawl yang terjadi terutama bersifat linear atau tidak menjadi penting untuk mendukung kebijakan antisipatif dan perencanaan tata ruang yang lebih efisien.

Dengan latar tersebut, penelitian ini dirancang untuk mengidentifikasi determinasi linear sprawl di koridor-koridor jalan utama di wilayah peri-urban Kota Manado. Secara khusus, studi ini bertujuan untuk: (1) mengukur intensitas pertumbuhan lahan terbangun di zona buffer sepanjang koridor jalan terhadap rata-rata pertumbuhan di wilayah kecamatan sekitarnya, dan (2) menginterpretasikan hasil pengukuran tersebut untuk menentukan apakah koridor menunjukkan karakteristik linear sprawl.

Untuk mencapai tujuan ini, penelitian menggunakan metrik yang disebut Linear Sprawl Intensity Ratio (LSIR), sebuah modifikasi dari indeks klasik seperti "Highway Strip Index" dan "Density Index", yang mendefinisikan rasio antara kepadatan bangunan (dan pertumbuhan building footprint) di zona buffer koridor dengan nilai rata-rata di kecamatan selama periode yang sama. Nilai $LSIR > 1$ mengindikasikan bahwa zona buffer koridor mengalami pertumbuhan fisik lebih cepat dibandingkan rata-rata kecamatan, sehingga menunjukkan linear sprawl; sedangkan $LSIR \leq 1$ menunjukkan pertumbuhan seimbang atau lebih lambat, menandakan tidak dominannya pola linear.

Secara metodologis, studi ini melakukan digitasi building footprint pada periode 2015-2025 kemudian melakukan komputasi densitas dan pertumbuhan building footprint pada area buffer koridor jalan yang di amati, serta membandingkannya dengan agregat wilayah kecamatan (sebagai referensi). Pendekatan kuantitatif-spasial ini memungkinkan identifikasi tipologi sprawl

(khususnya linear sprawl) dan menyediakan basis empiris untuk interpretasi pola pertumbuhan di wilayah peri-urban Manado.

Penelitian diharapkan tidak hanya memperkaya literatur tentang karakteristik sprawl di Manado, tetapi juga memberikan rekomendasi kebijakan tata ruang dan pengendalian pemanfaatan lahan agar pertumbuhan kota ke depan lebih terarah, efisien, dan berkelanjutan.

Karakteristik Kawasan Peri Urban

Kawasan peri-urban merujuk pada zona transisi antara pusat kota yang padat dan wilayah pedesaan yang lebih luas, di mana interaksi antara kegiatan urban dan rural menciptakan dinamika spasial yang unik. Kawasan ini sering ditandai dengan campuran penggunaan lahan yang heterogen, termasuk pertanian, permukiman sporadis, dan infrastruktur transportasi yang berkembang pesat. Karakteristik utama peri-urban meliputi tingkat kepadatan penduduk yang rendah hingga sedang, di mana populasi cenderung tumbuh akibat migrasi dari pedesaan ke kota, tetapi belum mencapai tingkat urbanisasi penuh. Menurut Allen (2003), kawasan peri-urban di negara berkembang sering menghadapi tantangan seperti fragmentasi lahan akibat konversi lahan pertanian menjadi permukiman tidak terencana, yang menyebabkan hilangnya fungsi ekosistem pedesaan.

Selain itu, karakteristik ekonomi peri-urban didominasi oleh sektor informal, di mana penduduk bergantung pada pekerjaan di sektor pertanian, perdagangan kecil, dan komuter ke pusat kota. Penelitian oleh Follmann (2016) menunjukkan bahwa di kawasan peri-urban Asia Tenggara, termasuk Indonesia, terjadi hibridisasi ekonomi di mana pertanian tradisional bercampur dengan industri ringan dan jasa, menciptakan ketahanan ekonomi tetapi juga kerentanan terhadap fluktuasi pasar urban. Dari segi lingkungan, kawasan ini rentan terhadap degradasi lahan, polusi air, dan kehilangan biodiversitas karena ekspansi infrastruktur jalan raya yang menghubungkan kota dengan pedesaan.

Karakteristik sosial peri-urban juga mencakup ketidakmerataan akses terhadap layanan dasar seperti air



bersih, pendidikan, dan kesehatan, yang menyebabkan pola migrasi balik atau suburbanisasi tidak teratur (Simon, 2008). Secara keseluruhan, kawasan peri-urban berfungsi sebagai penyangga dinamis yang mendukung pertumbuhan kota, tetapi tanpa perencanaan yang tepat, dapat menjadi sumber konflik lahan dan degradasi lingkungan. Tinjauan ini menekankan perlunya pendekatan terintegrasi dalam mengelola transisi spasial ini, sebagaimana dibahas dalam kerangka konsep "extended metropolitan region" oleh McGee (2009), yang relevan untuk konteks Indonesia di mana urbanisasi peri-urban berkontribusi signifikan terhadap pertumbuhan kota menengah.

Pengertian, Karakteristik & Penyebab Urban Sprawl

Urban sprawl didefinisikan sebagai pola pertumbuhan kota yang tidak terencana dan tidak padat, di mana ekspansi permukiman dan aktivitas ekonomi menyebar ke wilayah pinggiran tanpa dukungan infrastruktur yang memadai, menyebabkan inefisiensi spasial dan dampak lingkungan negatif (Ewing & Hamidi, 2015). Secara etimologis, istilah ini menggambarkan "penyebaran" (sprawl) yang acak, berbeda dengan pertumbuhan kota yang kompak dan terarah. Tipe urban sprawl mencakup sprawl linier, yang mengikuti koridor transportasi seperti jalan raya; sprawl leapfrog, di mana pembangunan melompat-lompat meninggalkan lahan kosong; dan sprawl dispersed, yang tersebar secara acak tanpa pola jelas (Galster et al., 2001). Di konteks peri-urban, tipe linier sering dominan karena ketergantungan pada aksesibilitas jalan utama (Hasse & Lathrop, 2003).

Karakteristik utama urban sprawl meliputi rendahnya kepadatan penduduk (kurang dari 1.000 jiwa/km² di pinggiran), peningkatan penggunaan lahan per kapita yang tinggi, dan fragmentasi lanskap akibat konversi lahan pertanian menjadi permukiman (Wilson & Lindsey, 2011). Sprawl juga ditandai dengan peningkatan ketergantungan pada kendaraan pribadi, yang menyebabkan kemacetan lalu lintas dan emisi karbon lebih tinggi (Ewing et al., 2014). Penyebab utama

sprawl bersifat multifaktorial: faktor ekonomi seperti harga lahan murah di pinggiran yang menarik investor dan penduduk kelas menengah; faktor demografis seperti pertumbuhan populasi dan urbanisasi cepat di negara berkembang; serta faktor kebijakan seperti kurangnya regulasi zonasi dan subsidi infrastruktur yang mendorong ekspansi (Brueckner, 2000). Di Indonesia, penyebab tambahan termasuk migrasi rural-urban dan kebijakan desentralisasi yang mempercepat pembangunan tidak terkoordinasi (Firman, 2009).

Penelitian kontemporer menambahkan dimensi sosial, di mana sprawl memperburuk ketidaksetaraan karena pinggiran sering kali kekurangan fasilitas publik, menyebabkan "poverty trap" bagi penduduk berpenghasilan rendah (Lucas & Romero, 2014). Secara lingkungan, sprawl berkontribusi terhadap hilangnya lahan hijau dan peningkatan banjir urban akibat impermeabilitas tanah (Stone, 2004). Oleh sebab itu, pemahaman tentang sprawl tidak hanya penting untuk perencanaan kota, tetapi juga untuk mitigasi dampak berkelanjutan, sesuai advokasi Sustainable Development Goals (SDGs) Nomor 11 tentang kota dan komunitas berkelanjutan (UN-Habitat, 2016).

Metrik Urban Sprawl Linier

Metrik urban sprawl linier merupakan alat kuantitatif untuk mengukur pola ekspansi yang mengikuti koridor jalan raya, yang sering kali menjadi indikator utama degradasi spasial di kawasan peri-urban. Metrik ini biasanya melibatkan analisis geometris seperti panjang garis pantai perkotaan (*urban fringe length*), indeks Shannon's entropy untuk mengukur dispersi, dan rasio elongasi bentuk urban (Li et al., 2013). Namun, fokus khusus diberikan pada LSIR (HSI), yang dirancang untuk mengukur intensitas pembangunan ribbon-like sepanjang jalan tol atau arteri utama. HSI didefinisikan sebagai rasio luas lahan urban yang dikembangkan dalam strip buffer (misalnya, 500-1000 meter dari pusat jalan) terhadap panjang koridor total, dengan rumus sederhana: $HSI = (\text{Luas Urban dalam Strip} / \text{Panjang Koridor}) \times 100$ (Tsutsumida et al., 2015). Metrik ini efektif karena



menangkap dinamika linier sprawl yang tidak terdeteksi oleh metrik area-wide seperti density index.

Varian HSI yang umum termasuk Weighted LSIR (WHSI), yang memasukkan bobot berdasarkan jenis penggunaan lahan (misalnya, bobot lebih tinggi untuk komersial daripada residensial), dan Dynamic HSI, yang melacak perubahan temporal menggunakan data citra satelit multi-waktu (Wentz et al., 2018). Penelitian oleh Torrens dan Alberti (2000) memperkenalkan varian berbasis GIS yang mengintegrasikan HSI dengan proximity index, memungkinkan deteksi dini sprawl di koridor jalan. Di konteks Asia, HSI telah diterapkan untuk menganalisis sprawl di sepanjang jalan tol Jakarta-Bandung, di mana nilai HSI di atas 70% menandakan tingkat sprawl kritis (Hudalah et al., 2013). Kelebihan HSI adalah kesederhanaannya dalam implementasi menggunakan perangkat lunak open-source seperti QGIS, tetapi keterbatasannya terletak pada ketergantungan pada resolusi data spasial, yang dapat overestimate sprawl di daerah berbukit seperti Manado (Schneider & Woodcock, 2008).

Selain itu, Hasse dan Lathrop (2003) mengembangkan pendekatan tingkat unit hunian (housing-unit-level) untuk mengukur karakteristik sprawl residensial, termasuk highway strip, di mana mereka menghitung metrik seperti rasio pengembangan dalam buffer jalan raya terhadap jumlah unit hunian baru, yang secara efektif mengkuantifikasi pola linier sprawl pada skala mikro. Pendekatan ini melengkapi HSI dengan menekankan dampak sprawl terhadap sumber daya lahan per unit penduduk, sehingga berguna untuk analisis koridor di wilayah peri-urban. Metrik linier lainnya, seperti Linear Development Index (LDI), melengkapi HSI dengan mengukur rasio panjang jalan terhadap luas urban, tetapi HSI lebih unggul dalam menangkap pola strip karena fokus pada buffer koridor (Jaeger et al., 2010). Penerapan HSI dan variannya mendukung pemantauan berbasis bukti untuk intervensi perencanaan, terutama di wilayah peri-urban di mana koridor jalan utama menjadi vektor utama sprawl.

Preseden Penelitian Sejenis

Penelitian sejenis tentang identifikasi linear sprawl menggunakan metrik koridor telah berkembang pesat dalam 15 tahun terakhir, terutama di negara berkembang dengan urbanisasi cepat. Salah satu preseden awal adalah studi oleh Hasse dan Lathrop (2003) di New Jersey, AS, yang menggunakan varian HSI untuk memetakan sprawl linier sepanjang highway I-95, menemukan bahwa 65% ekspansi urban terjadi dalam strip 1 km, yang mirip dengan dinamika koridor di Manado. Di Asia, Hudalah et al. (2013) menganalisis koridor Jakarta menggunakan HSI berbasis Landsat, mengidentifikasi peningkatan 40% dalam indeks sprawl antara 2000-2010, akibat kebijakan tol yang tidak terintegrasi—temuan yang relevan untuk konteks peri-urban Indonesia. Preseden lain adalah Wentz et al. (2018) di Phoenix, yang mengintegrasikan HSI dengan machine learning untuk prediksi sprawl, menghasilkan akurasi 85%—pendekatan ini potensial untuk studi Manado menggunakan data Sentinel-2.

Di Indonesia, Firman (2009) mereview sprawl nasional, menyoroti perlunya metrik seperti HSI untuk kota menengah seperti Manado, di mana pertumbuhan populasi 3,5% per tahun mendorong ekspansi koridor. Penelitian terkini oleh Li et al. (2021) di Guangzhou menggunakan Dynamic HSI untuk memantau perubahan sprawl, menemukan bahwa intervensi zonasi dapat menurunkan indeks hingga 30%, memberikan pelajaran untuk kebijakan lokal di Sulawesi. Secara keseluruhan, preseden ini menegaskan validitas HSI sebagai alat diagnostik, meskipun adaptasi konteks lokal diperlukan untuk akurasi, sebagaimana dibahas dalam meta-analisis oleh Ewing dan Hamidi (2015).

METODE

Untuk mengidentifikasi dan mengukur intensitas linear sprawl pada koridor-koridor jalan utama di wilayah peri-urban Kota Manado, penelitian ini mengembangkan Linear Sprawl Intensity Ratio (LSIR) sebagai modifikasi dari metrik Highway Strip Index dan

Density Index. LSIR didefinisikan sebagai rasio relatif antara parameter kepadatan bangunan dan/atau pertumbuhan building footprint area buffer koridor jalan dengan agregasi parameter yang sama pada area kecamatan di mana area buffer koridor jalan tersebut berlokasi, dalam suatu periode waktu yang sama.

Nilai $LSIR > 1$ mengindikasikan bahwa pertumbuhan fisik pada zona buffer koridor jauh lebih cepat daripada rata-rata kecamatan sehingga dapat diinterpretasikan sebagai terjadinya linear sprawl yang signifikan, sedangkan $LSIR \leq 1$ menunjukkan pertumbuhan yang seimbang atau lebih lambat dari rata-rata wilayah administrasi. Zona buffer ditetapkan selebar 100 m di kedua sisi garis tengah jalan (total lebar 200 m), dengan pertimbangan bahwa rata-rata luas persil di kawasan peri-urban Manado hanya berkisar 80–250 m². Lebar buffer ini sudah mencakup 2–4 baris persil pertama yang paling dipengaruhi aksesibilitas jalan, sehingga cukup representatif menangkap fenomena ribbon development lokal tanpa tercampur oleh pembangunan klaster di dalam gang atau kawasan yang tidak lagi bergantung langsung pada koridor utama. Penggunaan buffer sempit juga meningkatkan sensitivitas deteksi linear sprawl pada konteks kota menengah di Indonesia dan Asia yang memiliki ukuran persil kecil, sebagaimana telah diterapkan dengan sukses pada penelitian di Bangalore (Sudhira et al., 2004), Kolkata (Bhatta et al., 2010), beberapa kota Asia termasuk Jakarta (Taubenböck et al., 2014), serta Teehran (Dadashpoor & Salarian, 2021). Dengan demikian, LSIR dalam penelitian ini tidak hanya kontekstual terhadap karakteristik lahan Kota Manado, tetapi juga lebih sensitif dan akurat dalam mendeteksi pola linear sprawl dibandingkan penggunaan buffer lebar konvensional (500–1.000 m) yang cenderung kurang tepat pada kawasan dengan ukuran persil kecil dan kepadatan bangunan tinggi di dekat tepi jalan.

Basis data bangunan / building footprint yang digunakan sebagai input kuantifikasi LSIR merupakan perolehan data sekunder yang merupakan hasil ekstraksi building footprint melalui klasifikasi hitam-putih citra

satelit berbantuan platform Google Earth Engine dan aplikasi ArcGIS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Wilayah Studi

Sesuai dengan lingkup penelitian yang direncanakan, maka lokasi penelitian ini adalah sejumlah kawasan yang merupakan wilayah peri urban Kota Manado, yang mencakup sejumlah kecamatan yaitu: Kecamatan Malalayang, Wanea, Tikala, Paal Dua, Mapanget dan Bunaken Daratan. Kecamatan-kecamatan ini dipilih karena berada pada periferi Kota Manado, yang berbatasan dengan Kabupaten Minahasa, dan Kabupaten Minahasa Utara. Kecamatan-kecamatan ini juga diduga menunjukkan fenomena urban sprawl melalui kondisi eksisting penyebaran lahan terbangunnya yang masih mengindikasikan fragmentasi ruang terbuka hijau yang masih cukup signifikan terlihat dalam peta citra kota. Secara grafis deliniasi wilayah studi / penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar tersebut menunjukkan wilayah administratif Kota Manado secara keseluruhan yang mencakup 11 kecamatan, yaitu Malalayang, Sario, Wanea, Wenang, Tikala, Paal Dua, Tuminting, Singkil, Mapanget, Bunaken dan Bunaken Kepulauan. Gambar tersebut juga menunjukkan deliniasi ke 6 kecamatan peri-urban Kota Manado yang menjadi wilayah studi dalam penelitian ini yaitu kecamatan Malalayang, Wanea, Tikala, Paal Dua, Mapanget dan Bunaken. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa dari 6 kecamatan peri-urban Kota Manado, kecamatan dengan deliniasi wilayah terbesar adalah kecamatan Mapanget, dan yang terkecil ialah kecamatan Tikala.



(a) Wilayah Administrasi Kota Manado



(b) Delineasi Wilayah Studi

Gambar 1. Peta Delineasi Wilayah Studi
(Sumber: Olahan Data Tim Peneliti, 2025)

Secara topografis, elevasi tertinggi di Kota Manado berada di kecamatan Bunaken yang mencapai ketinggian sekitar 582-807 mdpl. Sekitar 85,26% wilayah studi berada pada elevasi < 97 mdpl. Elevasi > 96 mdpl dominan hanya berada di dua kecamatan yaitu Bunaken dan Malayang, dan sebagian kecil di kecamatan Mapanget dan Wanea. Dari kondisi kelerengan, data menunjukkan sekitar 69,75% wilayah studi memiliki area dengan kelerengan yang relatif landai antara 0-15 %, dan sisanya memiliki kelerengan > 15 %. Dari 6 kecamatan wilayah studi, ada 3 kecamatan yang sebagian areanya memiliki kelerengan > 40% yaitu pada kecamatan Malayang, Bunaken dan Mapanget. Dari ke-6 kecamatan peri urban ini, kecamatan Mapanget merupakan wilayah dengan proporsi area dengan kelerengan datar hingga landai (0-15%) paling besar yang mencapai 90,31% dari total luas wilayahnya. Sebagai kecamatan peri urban dengan luas wilayah

administratif terbesar, kecamatan Mapanget otomatis juga teridentifikasi sebagai kecamatan dengan kontribusi terbesar dalam hal luas *buildtable area*. Di sisi lain, kecamatan Bunaken sebagai kecamatan dengan luas wilayah administratif terbesar kedua, teridentifikasi hanya memiliki sekitar 47,82% area dengan kelerengan datar hingga landai (0-15%), yang juga mengindikasikan luas *buildtable area* yang terbatas. Secara keseluruhan untuk ke-6 kecamatan peri-urban ini, data menunjukkan bahwa proporsi *buildtable area* mencapai 69,75% dari total luas wilayah.

Secara keseluruhan, ke-6 kecamatan ini memiliki area yang secara morfologis bentang alam merupakan area bentukan guguran lahar vulkanik dan perbukitan (*Fans & Lahars; Hills*), dengan proporsi total mencapai 42,175%. Ada dua kecamatan yang teridentifikasi memiliki area yang bermorfologi pegunungan (*Mountains*) yaitu kecamatan Malayang dan Bunaken. Pada kecamatan Bunaken secara khusus, area bermorfologi pegunungan mencapai 45,39% dari total area kecamatan. Di kecamatan Bunaken juga teridentifikasi area bermorfologi rawa pasang surut (*Tidal Swamps*), berupa area habitasi mangrove yang juga merupakan bagian dari wilayah Taman Nasional Bunaken. Ke-6 kecamatan, kecuali kecamatan Tikala, juga memiliki area bermorfologi dataran (*Plains*) dengan proporsi total mencapai 45,23%. Kecamatan Mapanget secara spesifik merupakan kecamatan dengan morfologi *Plains* yang paling dominan, dengan proporsi mencapai 82,03% dari luas wilayahnya.

Data sekunder menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah studi memiliki kategori risiko bencana yang rendah, dengan proporsi mencapai 97,67 % dari total luas wilayah. Tipologi ancaman bencana (*hazard*) yang lazim adalah genangan banjir pada area Daerah Aliran Sungai dari sejumlah sungai utama yang bermuara di Kota Manado, serta tanah longsor pada area dengan kelerengan yang curam dengan morfologi tanah vulkanik.

Persebaran jaringan jalan yang ada di kota Manado mencakup jaringan jalan arteri primer, kolektor primer, arteri sekunder dan jaringan jalan lokal. Jalur-

jalur jalan arteri primer adalah jalur jalan yang menghubungkan kota Manado dengan pusat-pusat pelayanan di daerah kabupaten serta kota lain di luar kota Manado. Sederhananya jalur-jalur jalan arteri primer adalah jalur jalan utama yang memungkinkan aksesibilitas keluar masuk dari kota Manado ke kabupaten atau kota lain di sekitar kota Manado. Dalam penelitian ini, beberapa segemen koridor jalur jalan arteri primer serta kolektor primer pada wilayah 6 kecamatan peri urban kota Manado menjadi zona pengamatan khususnya terkait dengan fenomena urban sprawl yang bertipe linier, dengan menggunakan metrik *LSIR*.

Gambar 2 di bawah menunjukkan persebaran bangunan di kota Manado pada tahun 2025, yang diproduksi dengan melakukan ekstraksi *building footprint* berdasarkan interpretasi citra satelit. Persebaran bangunan ini juga mengindikasikan zona wilayah terbangun yang aktual di kota Manado, yang kuantitasnya mencapai 1.720,24 Ha. Di dalam penelitian ini data tutupan lahan oleh bangunan ini menjadi basis data utama untuk melakukan kuantifikasi fenomena linear sprawl dengan metrik *LSIR*.



Gambar 2. Peta Sebaran Bangunan Wilayah Studi
(Sumber: Olahan Data Tim Peneliti, 2025)

Melalui Gambar 2 di atas, dapat dilihat bahwa persebaran lahan terbangun di kota Manado cenderung terkonsentrasi pada area pesisir Teluk Manado,

khususnya pada kecamatan Sario, Wenang, Singkil dan Tuminting yang merupakan 4 kecamatan pada zona inti kota, yang juga sekaligus telah berkembang sebagai pusat pelayanan primer di kota ini. Di sisi lain dapat dilihat pula bahwa pada wilayah peri urban kota yang mencakup 6 kecamatan, selain kecamatan Bunaken Kepulauan, persebaran lahan terbangun masih cenderung terfragmentasi dengan proporsi ruang terbuka atau lahan belum terbangun yang masih relatif dominan, terutama pada kecamatan Mapanget dan Bunaken yang berada di sebelah Utara kota ini.

Kuantifikasi & Interpretasi *LSIR*

Sesuai metodologi penelitian, analisis *LSIR* dilakukan untuk mengidentifikasi pertumbuhan sprawl secara linier pada wilayah studi yang mencakup 6 kecamatan peri urban kota Manado, khususnya pada beberapa segmen koridor jalan utama yang ada. Pengamatan pada setiap segmen koridor dibatasi pada area buffer 100 meter sebelah kiri dan kanan segmen koridor masing-masing. Input data yang dibutuhkan terutama jumlah unit bangunan dan tutupan lahannya pada buffer area masing-masing. Gambar 3 merupakan peta buffer area dari segmen-segmen tersebut.

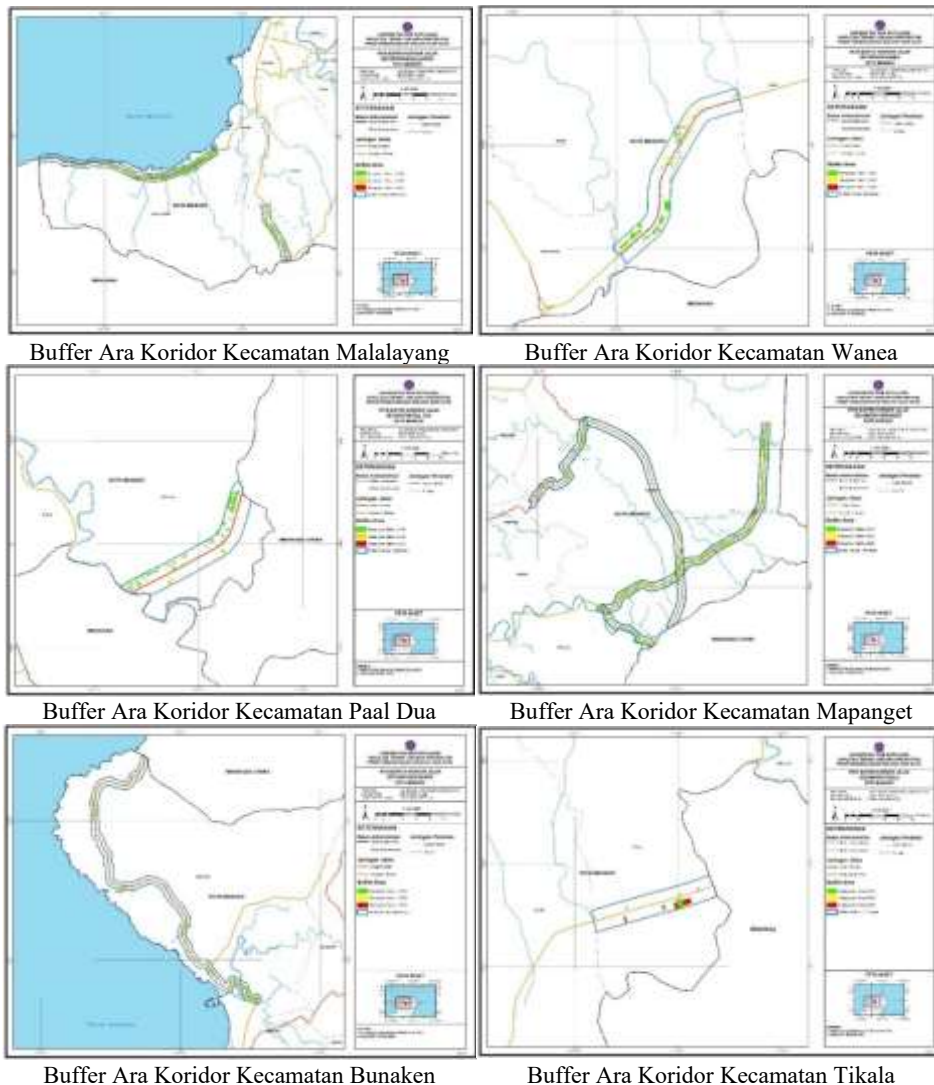
Dalam penelitian ini secara keseluruhan terdapat 10 segmen koridor yang diamati pada 6 wilayah kecamatan, mencakup 2 segmen pada kecamatan Malalayang, 4 segmen pada kecamatan Mapanget dan masing-masing 1 segmen pada kecamatan Wanea, Paal Dua, Bunaken dan Tikala. Koridor jalan yang diamati adalah jalur-jalur jalan utama Kota Manado (jalan arteri dan kolektor) yang melintas pada kecamatan-kecamatan tersebut. Tabel 1 dan Gambar 3 berikut menggambarkan kondisi eksisting masing-masing koridor mencakup nama dan kode, panjang segmen, luas *buffer area* serta jumlah bangunan secara *time series* (2015, 2020 dan 2025), masing-masing dilengkapi dengan grafik visualisasinya secara komparatif.

Tabel 1. Kondisi Eksisting Koridor Wilayah Studi

No	Kecamatan / Koridor	Kode	Buffer Area
----	---------------------	------	-------------

		Panjang (Km)	Luas (Ha)	Jumlah Bangunan (Unit)			
				2015	2020	2025	
1	Malalayang ~ Koridor Jln. Wolter Mongisidi (Manado-Amurang)	Malalayang-1	5,09	102	1229	1237	1625
	~ Koridor Jln. Sam Ratulangi (Mando-Tomohon)	Malalayang-2	1,70	35	342	348	424
2	Wanea ~ Koridor Jln. Ring Road Manado	Wanea-1	1,88	38	158	163	175
3	Paal Dua ~ Koridor Jln. Ring Road Manado	PaalDua-1	1,43	28	184	196	198
4	Mapanget ~ Koridor Jln. A.A. Maramis (Kairagi-Bandara)	Mapanget-1	7,69	162	1344	1456	1590
	~ Koridor Jln. Manado-Airmadidi	Mapanget-2	1,84	33	180	209	259
	~ Koridor Jln. Santiago (Sumompo-Pandu)	Mapanget-3	3,38	67	603	614	637
	~ Koridor Jln. Ring Road Manado	Mapanget-4	6,76	142	164	258	260
5	Bunaken ~ Koridor Jln. Meras (Bailang-Tongkaina)	Bunaken-1	11,05	221	1585	1606	1672
6	Tikala ~ Koridor Jln. Ring Road Manado	Tikala-1	1,12	22	1	7	20

(Sumber: Olahan Data Tim Peneliti, 2025)

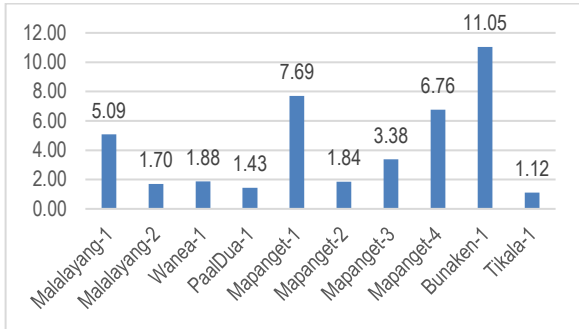


Gambar 3. Buffer Area Koridor Wilayah Studi 2015-2025
(Sumber: Olahan Data Tim Peneliti, 2025)

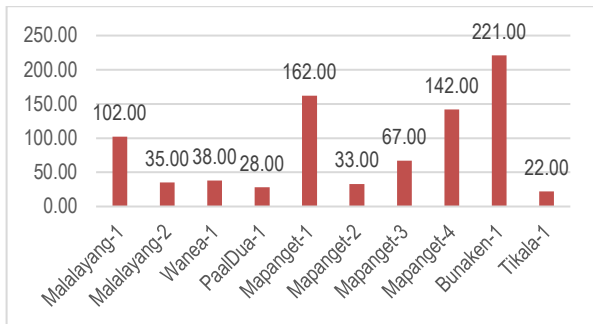
Dalam 2 gambar di bawah disajikan atribut panjang dan luas biffer area setiap segmen koridor jalur jalan

yang diamati, sesuai hasil olahan data yang ada. Dapat dilihat bahwa, dari 10 segmen koridor tersebut, koridor

Bunaken 1 merupakan koridor yang terpanjang sekaligus terluas, disusul oleh koridor Mapanget-1, Mapanget-4 dan Malalayang-1. Koridor-koridor yang lain cenderung memiliki panjang dan luas yang jauh lebih kecil dari ke-4 koridor tersebut.

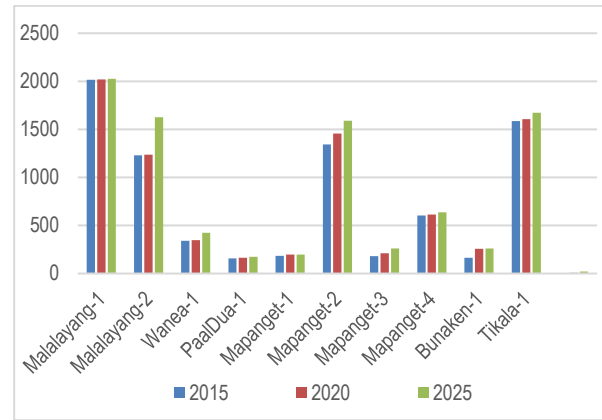


Gambar 4. Panjang Buffer Area Wilayah Studi
(Sumber: Olahan Data Tim Peneliti, 2025)



Gambar 5. Luas Buffer Area Wilayah Studi
(Sumber: Olahan Data Tim Peneliti, 2025)

Pada gambar 6 di bawah ditampilkan data banyaknya jumlah bangunan yang berada di masing-masing koridor, untuk 3 rentang waktu pengamatan (2015, 2020, dan 2025). Terlihat bahwa konsentrasi jumlah bangunan terbanyak terdapat pada koridor Malalayang-1, disusul Tikala-1, Mapanget 2 dan Malalayang-2. Segmen lain cenderung memiliki jumlah bangunan yang lebih sedikit dibanding ke-empat koridor tersebut.



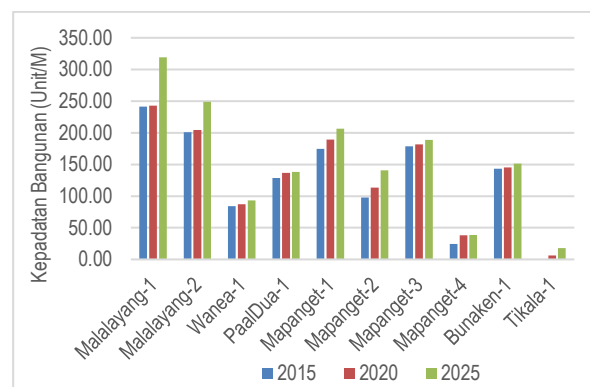
Gambar 6. Jumlah Bangunan Buffer Area Wilayah Studi
(Sumber: Olahan Data Tim Peneliti, 2025)

Sejumlah tabel dan grafik berikut ini menunjukkan hasil perhitungan nilai kepadatan bangunan pada masing-masing koridor amatan, dalam 2 parameter berbeda yaitu kepadatan per satuan panjang segmen koridor (Unit/Km) dan kepadatan berdasarkan luas area buffer segmen koridor (Unit/Ha).

Tabel 2. Kepadatan Bangunan Wilayah Studi (Unit/Km)

No	Kode Koridor	Kepadatan Bangunan Buffer Area (Unit/Km)		
		2015	2020	2025
1	Malalayang-1	241,36	242,93	319,13
2	Malalayang-2	200,70	204,23	248,83
3	Wanea-1	84,22	86,89	93,28
4	PaalDua-1	128,49	136,87	138,27
5	Mapanget-1	174,73	189,29	206,71
6	Mapanget-2	97,72	113,46	140,61
7	Mapanget-3	178,51	181,76	188,57
8	Mapanget-4	24,27	38,18	38,47
9	Bunaken-1	143,44	145,34	151,31
10	Tikala-1	0,90	6,27	17,91

(Sumber: Olahan Data Tim Peneliti, 2025)



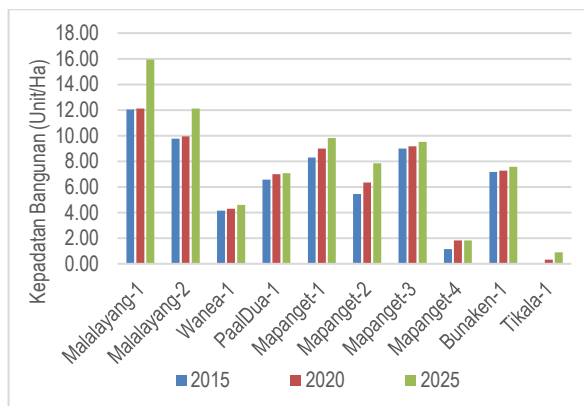
Gambar 7. Kepadatan Bangunan Wilayah Studi (Unit/Km)
(Sumber: Olahan Data Tim Peneliti, 2025)

Pada Tabel 2 dan Gambar 7 di atas dapat dilihat komparasi kepadatan bangunan (dalam parameter Unit/Km) dari setiap segmen koridor yang diamati. Dapat dilihat bahwa kepadatan bangunan tertinggi dalam parameter ini terjadi di koridor Malalayang-1, khususnya pada tahun 2025 (> 300 Unit/Km) yang mengalami peningkatan besar dibanding tahun sebelumnya. Dalam urutan berikutnya kepadatan yang tinggi juga teramati di segmen Malalayang-2, Mapanget-1, Mapanget-3 dengan kepadatan > 150 Unit/Km. Kepadatan yang paling rendah teramati pada segmen Tikala-1 disusul Mapanget-4, dan Wanea-1 dengan nilai < 100 Unit/Km. Pada posisi moderat terdapat segmen Bunaken-1, PaalDua-1 dan Mapanget-2 dengan kepadatan sekitar 100-150 Unit/Km.

Tabel 3. Kepadatan Bangunan Wilayah Studi (Unit/Ha)

No	Kode Koridor	Kepadatan Bangunan Buffer Area (Unit/Ha)		
		2015	2020	2025
1	Malalayang-1	12,05	12,13	15,93
2	Malalayang-2	9,77	9,94	12,11
3	Wanea-1	4,16	4,29	4,61
4	PaalDua-1	6,57	7,00	7,07
5	Mapanget-1	8,30	8,99	9,81
6	Mapanget-2	5,45	6,33	7,85
7	Mapanget-3	9,00	9,16	9,51
8	Mapanget-4	1,15	1,82	1,83
9	Bunaken-1	7,17	7,27	7,57
10	Tikala-1	0,05	0,32	0,91

(Sumber: Olahan Data Tim Peneliti, 2025)



Gambar 8. Kepadatan Bangunan Wilayah Studi (Unit/Ha)
Sumber: Olahan Data Tim Peneliti, 2025

Pada Tabel 3 dan Gambar 8 di atas dapat dilihat komparasi kepadatan bangunan (dalam parameter Unit/Ha) dari setiap segmen koridor yang diamati. Dapat dilihat bahwa dalam parameter ini terdapat 2 segmen dengan nilai kepadatan bangunan yang sangat tinggi,

juga dengan peningkatan yang drastis pada tahun 2025, yaitu segmen Malalayang-1 dan Malalayang-2. Koridor yang lain cenderung menunjukkan angka kepadatan yang sangat rendah.

Dalam Tabel 4 berikut dapat dilihat nilai LSIR pada setiap segmen koridor yang diamati dalam wilayah studi. Nilai LSIR yang dihitung terdiri dari dua alternatif nilai, masing-masing adalah: 1) rasio antara kepadatan bangunan pada buffer area segmen koridor yang diamati dengan kepadatan bangunan (*administrative density*) pada wilayah kecamatan di mana segmen koridor itu berada, dan 2) rasio antara % pertumbuhan jumlah bangunan pada buffer area segmen koridor yang diamati dengan % pertumbuhan jumlah bangunan pada buffer area segmen koridor yang diamati. Secara sederhana dapat dimaknai bahwa jika nilai indeks > 1 adalah indikasi terjadinya sprawl linier pada koridor tersebut, di mana tingkat kepadatan atau pertumbuhan jumlah bangunan pada koridor tersebut melebihi tingkat kepadatan atau pertumbuhan jumlah bangunan pada wilayah kecamatan di mana koridor itu berada. Nilai indeks seperti ini pada dasarnya mengindikasikan bahwa perluasan fisik area terbangun pada koridor tersebut terjadi lebih intensif ketimbang pada wilayah kecamatan di mana koridor itu berada secara keseluruhan.

Tabel 4. LSIR Berdasarkan Kepadatan Bangunan Per Koridor

No	Koridor	Kepadatan Bangunan / Administrative Density (Unit/Ha)						LSIR		
		Buffer Area			Kecamatan			2015	2020	2025
		2015	2020	2025	2015	2020	2025			
1	Malalayang-1	12,05	12,13	15,93	10,03	10,06	11,38	1,20	1,21	1,40
2	Malalayang-2	9,77	9,94	12,11	10,03	10,06	11,38	0,97	0,99	1,06
3	Wanea-1	4,16	4,29	4,61	16,07	16,12	16,88	0,26	0,27	0,27
4	PaalDua-1	6,57	7,00	7,07	11,09	12,18	13,84	0,59	0,57	0,51
5	Mapanget-1	8,30	8,99	9,81	4,56	5,34	5,43	1,82	1,68	1,81
6	Mapanget-2	5,45	6,33	7,85	4,56	5,34	5,43	1,20	1,19	1,44
7	Mapanget-3	9,00	9,16	9,51	4,56	5,34	5,43	1,97	1,72	1,75
8	Mapanget-4	1,15	1,82	1,83	4,56	5,34	5,43	0,25	0,34	0,34
9	Bunaken-1	7,17	7,27	7,57	1,78	2,07	2,16	4,02	3,50	3,51
10	Tikala-1	0,05	0,32	0,91	9,95	10,08	11,37	0,00	0,03	0,08

Sumber: Olahan Data Tim Peneliti, 2025

Dalam di atas dapat dilihat nilai LSIR dalam parameter kepadatan bangunan pada masing-masing segmen koridor secara time series. Hasil analisis (khususnya pada tahun 2025) menunjukkan bahwa 3



segmen koridor yang berada di kecamatan Wanea, Paal Dua dan Tikala memiliki nilai index yang < 1 yang dapat dimaknai sebagai tidak mengindikasikan tingkat sprawl linier yang kuat, khususnya jika dibandingkan dengan tingkat sprawl secara keseluruhan pada tingkat kecamatan. Sesuai dengan kondisi eksistingnya ke-3 koridor tersebut adalah bagian integral dari koridor jalan lingkar Kota Manado. Selain 3 segmen koridor tersebut ada pula 1 segmen koridor di wilayah kecamatan Mapanget (Mapanget-4) yang memiliki nilai index < 1 , yang juga merupakan bagian integral dari koridor jalan lingkar Kota Manado. Hal ini dapat dimaknai bahwa pada koridor jalan lingkar Kota Manado (Persimpangan Citra Land Winangun hingga Persimpangan Pandu relatif tidak terjadi sprawl (linier) yang signifikan, dibanding sprawl pada wilayah kecamatannya.

Dari tabel yang sama terlihat juga bahwa semua segmen koridor yang berada di wilayah kecamatan Malalayang, Mapanget dan Bunaken memiliki nilai index > 1 , kecuali 1 segmen di kecamatan Mapanget, yaitu segmen koridor jalan lingkar Kota Manado. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat sprawl yang terjadi pada koridor-koridor tersebut (sprawl linier) relatif lebih tinggi dari intensitas sprawl pada wilayah kecamatan masing-masing secara keseluruhan. Khusus pada salah satu segmen koridor kecamatan Malalayang (Malalayang-2), nilai index > 1 hanya terindikasi pada periode 2025, dan pada periode 2015 dan 2020 masih < 1 tapi dengan margin yang sangat tipis. Dari semua koridor dengan nilai index > 1 , segmen koridor pada kecamatan Bunaken menunjukkan nilai index yang cukup ekstrim dan mencapai > 3 , dibandingkan dengan segmen koridor lain yang kisarannya hanya antara 1 hingga 2. Hal ini menunjukkan intensitas linier sprawl yang sangat signifikan pada koridor ini (jalur jalan Bailang-Tongkaina).

Tabel 5 di bawah menunjukkan hasil analisis nilai LSIR berdasarkan tingkat pertumbuhan jumlah bangunan baru dalam selang waktu 2015-2020 pada masing-masing koridor amatan. Dalam parameter index ini teridentifikasi ada 4 segmen koridor yang memiliki nilai

index yang < 1 , masing-masing adalah segmen PaalDua-1, Mapanget-1, Mapanget-3 dan Bunaken-1. Nilai ini menunjukkan bahwa pada ke-4 segmen tersebut laju pertumbuhan jumlah bangunan baru pada area buffer segmen tersebut secara proporsional lebih rendah dibanding laju pertumbuhan bangunan baru pada wilayah kecamatannya masing-masing secara keseluruhan. Ini dapat dimaknai pula bahwa intensitas sprawl atau ekspansi fisik area terbangun kota secara horisontal pada segmen koridor ini cenderung terjadi lebih lambat jika dibandingkan dengan ekspansi fisik pada wilayah kecamatannya secara keseluruhan. Dengan kata lain, ekspansi fisik di kecamatan tersebut lebih dominan terjadi di bagian yang lain ketimbang pada area *buffer* segmen tersebut.

Tabel 5. LSIR Berdasarkan % Pertumbuhan Bangunan Per Koridor Amatan

No	Koridor	% Pertumbuhan Bangunan Baru (2015-2025)		LSIR
		Buffer Area	Kecamatan	
1	Malalayang-1	32,22%	13,54%	2,38
2	Malalayang-2	23,98%	13,54%	1,77
3	Wanea-1	10,76%	5,04%	2,13
4	PaalDua-1	7,61%	24,79%	0,31
5	Mapanget-1	18,30%	19,22%	0,95
6	Mapanget-2	43,89%	19,22%	2,28
7	Mapanget-3	5,64%	19,22%	0,29
8	Mapanget-4	58,54%	19,22%	3,05
9	Bunaken-1	5,49%	20,99%	0,26
10	Tikala-1	1900,00%	14,30%	132,86

Sumber: Olahan Data Tim Peneliti, 2025

Pada sisi yang lain, ada 6 segmen koridor amatan yang memiliki nilai index > 1 . Ini menunjukkan bahwa secara proporsional laju pertumbuhan jumlah bangunan baru pada buffer area ke-6 segmen koridor tersebut cenderung lebih tinggi dari pertumbuhan pada wilayah kecamatan masing-masing secara keseluruhan. Ini dapat dimaknai pula bahwa intensitas sprawl atau ekspansi fisik area terbangun kota secara horisontal pada segmen koridor ini cenderung terjadi lebih cepat jika dibandingkan dengan ekspansi fisik pada wilayah kecamatannya secara keseluruhan. Dengan kata lain, ekspansi fisik di kecamatan tersebut lebih dominan terjadi pada area buffer segmen tersebut ketimbang ekspansi fisik pada bagian yang lain. Dari ke-6 segmen tersebut, segmen koridor di kecamatan Tikala (Tikala-1)

terlihat memiliki nilai index yang sangat ekstrim mengindikasikan laju pertumbuhan yang sangat cepat dibanding pertumbuhan fisik di wilayah kecamatan.

Jika membandingkan hasil analisis nilai *LSIR* berdasarkan 2 parameter tersebut terlihat ada temuan-temuan yang kontras pada beberapa segmen koridor. Untuk itu perlu dipertimbangkan parameter lain dalam memformulasikan nilai *LSIR* sebagai pendekatan untuk memahami fenomena linier sprawl pada suatu segmen koridor tertentu.

KESIMPULAN

Nilai *LSIR* setiap segmen koridor yang diamati dalam wilayah studi dihitung dengan dua alternatif nilai, masing-masing adalah: 1) rasio antara kepadatan bangunan pada buffer area segmen koridor yang diamati dengan kepadatan bangunan pada wilayah kecamatan di mana segmen koridor itu berada, dan 2) rasio antara % pertumbuhan jumlah bangunan pada buffer area segmen koridor yang diamati dengan % pertumbuhan jumlah bangunan pada buffer area segmen koridor yang diamati. Nilai indeks > 1 mengindikasikan terjadinya sprawl linier pada koridor tersebut. Nilai indeks seperti ini mengindikasikan bahwa perluasan fisik lahan terbangun koridor tersebut lebih intensif ketimbang pada wilayah kecamatan di mana koridor itu berada secara keseluruhan.

Dalam parameter *LSIR* yang pertama, teridentifikasi 4 segmen koridor (Wanea-1, Paal Dua-1, Tikala-1 dan Mapanget-4) yang memiliki nilai index < 1 (tidak terjadi sprawl linier). Ke-4 koridor tersebut merupakan bagian dari koridor jalan lingkar Kota Manado. Semua koridor lain di wilayah kecamatan Malalayang, Mapanget (kecuali segmen Mapanget-4) dan Bunaken memiliki nilai indeks > 1 (terjadi linier sprawl).

Dalam parameter *LSIR* yang kedua, teridentifikasi 4 segmen koridor (PaalDua-1, Mapanget-1, Mapanget-3 dan Bunaken-1) yang memiliki nilai indeks < 1 (tidak terjadi sprawl linier). Ini dapat dimaknai bahwa ekspansi fisik area terbangun kota secara horisontal pada segmen

koridor ini cenderung terjadi lebih lambat jika dibandingkan dengan ekspansi fisik pada wilayah kecamatannya. Adapun 6 segmen koridor lainnya memiliki nilai index > 1 (terjadi linier sprawl). Ini dapat dimaknai pula bahwa intensitas sprawl atau ekspansi fisik area terbangun kota secara horisontal pada segmen koridor ini cenderung terjadi lebih cepat jika dibandingkan dengan ekspansi fisik pada wilayah kecamatannya secara keseluruhan. Dari ke-6 segmen tersebut, segmen koridor Tikala-1 terlihat memiliki nilai indeks yang sangat ekstrim.

Jika membandingkan nilai *LSIR* berdasarkan 2 parameter tersebut terlihat ada temuan-temuan yang kontras pada beberapa segmen koridor. Untuk itu perlu dipertimbangkan parameter lain dalam memformulasikan nilai *LSIR* sebagai pendekatan untuk memahami fenomena linier sprawl pada suatu segmen koridor tertentu yang bisa menjembatani gap antara kedua parameter sebelumnya.

Sesuai dengan temuan atau hasil penelitian yang telah disimpulkan di atas, berikut ini dapat disampaikan sejumlah saran sebagai berikut:

1) Saran akademis

Secara akademis, hasil penelitian ini dipandang berhasil memperluas wawasan keilmuan, khususnya dalam bidang perencanaan wilayah dan kota, terutama terkait fenomena urban sprawl pada kawasan peri urban wilayah perkotaan. Namun demikian, dalam pelaksanaan penelitian ini juga didapati sejumlah permasalahan, terlebih khusus dalam konteks implementasi metode penelitian, serta kebutuhan tindak lanjut penelitian untuk mengkaji beberapa temuan yang menarik untuk didalami lebih lanjut. Berikut ini adalah beberapa saran yang bisa dikemukakan.

- Dalam kuantifikasi *LSIR*, perlu dipertimbangkan dengan matang validitas input data, terutama data pertumbuhan jumlah unit bangunan dan luas lahan terbangun, yang pada dasarnya harus diinterpretasi dari citra satelit. Dalam penelitian ini, sehubungan



dengan dukungan sumberdaya finansial yang terbatas, kedua data tersebut sebagian besar hanya menggunakan sumber data sekunder (shp files) hasil interpretasi citra yang telah dilakukan pihak lain sebelumnya yang dimutakhirkan secara manual untuk kondisi terakhir di tahun 2025. Dalam replikasi penelitian sejenis, untuk mendapatkan hasil analisis yang lebih valid, disarankan untuk dilakukan kembali interpretasi citra satelit dengan resolusi yang lebih tinggi, dengan bantuan tools berteknologi *remote sensing* yang lebih presisi.

- Dalam penerapan 2 parameter LSIR pada penelitian ini terdapat hasil yang kontras pada beberapa segmen koridor. Untuk itu perlu dipertimbangkan parameter lain dalam memformulasikan nilai LSIR sebagai pendekatan untuk memahami fenomena linier sprawl pada suatu segmen koridor tertentu.

2) Saran praktis

Yang dimaksud dengan saran praktis di sini adalah saran-saran yang bisa diberikan kepada pemangku kepentingan kota Manado sebagai locus penelitian, khususnya pihak otoritas pengambil kebijakan tata ruang kota, menyangkut rekomendasi kebijakan yang bisa mengantisipasi dampak negatif urban sprawl di wilayah periurban kota Manado.

- Sehubungan dengan nilai LSIR hasil penelitian yang menunjukkan terjadinya linier sprawl pada beberapa koridor jalan utama kota Manado, disarankan kepada pemerintah kota untuk memberikan perhatian ekstra terhadap pengendalian penggunaan dan pemanfaatan ruang pada koridor-koridor tersebut. Pengendalian terutama perlu ditekankan pada tertib sempadan bangunan serta tertib perparkiran, khususnya tipe *on-street parking*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Lembaga Penelitian & Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas

Sam Ratulangi (UNSRAT) melalui dana PNBPN
UNSRAT tahun anggaran 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, A. (2003). Environmental planning and management of peri-urban areas. *Progress in Planning*, 59(3), 169-248. [https://doi.org/10.1016/S0305-9086\(02\)00064-5](https://doi.org/10.1016/S0305-9086(02)00064-5) (Open access via ResearchGate).
- 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> (Open access via institutional repository IIT Kharagpur)
- Brueckner, J. K. (2000). Urban Sprawl: Diagnosis and Remedies. *International Regional Science Review*, 23(2), 160-171. <https://doi.org/10.1177/016001700761012710> (Original work published 2000)
- Dadashpoor, H., Salarian, F. Urban sprawl on natural lands: analyzing and predicting the trend of land use changes and sprawl in Mazandaran city region, Iran. *Environ Dev Sustain* 22, 593-614 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0211-2>
- Ewing, R., & Hamidi, S. (2015). Compactness versus Sprawl: A Review of Recent Evidence from the United States: A Review of Recent Evidence from the United States. *Journal of Planning Literature*, 30(4), 413-432. <https://doi.org/10.1177/0885412215595439> (Original work published 2015)
- Ewing, R., Tian, G., & Lyons, L., (2018). Does compact development increase or reduce traffic congestion?. *Cities*, Volume 72, Part A, Pages 94-101, ISSN 0264-2751, <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.08.010>.
- Firman, T. (2009). Decentralization reform and local-government proliferation in Indonesia: Towards a new form of regional-focused government? *Review of Urban & Regional Development Studies*, 21(2-3), 79-100. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-940X.2010.00165.x?medium=article&utm_source=researchgate.net (Open access via Wiley).
- Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M. R., Wolman, H., Coleman, S., & Freihage, J. (2001). Wrestling Sprawl to the Ground: Defining and measuring an elusive concept. *Housing Policy Debate*, 12(4), 681-717. <https://doi.org/10.1080/10511482.2001.9521426>
- Hasse, J. E., & Lathrop, R. G. (2003). A housing-unit-level approach to characterizing residential sprawl. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 69(9), 1021-1030. <https://www.ingentaconnect.com/content/asprs/pers/>



- 2003/00000069/00000009/art00008;jsessionid=x2cr463nlihk.x-ic-live-02 (Open access via ingenta).
- Hudalah, D., Viantari, D., Firman, T., & Woltjer, J. (2013). Industrial Land Development and Manufacturing Deconcentration in Greater Jakarta. *Urban Geography*, 34(7), 950–971. <https://doi.org/10.1080/02723638.2013.783281>
- Jaeger, J. A. G., Bertiller, R., Schwick, C., Kienast, F. (2010). Suitability criteria for measures of urban sprawl. *Ecological Indicators*, Volume 10, Issue 2, Pages 397-406, ISSN 1470-160X, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.07.007>. (Open access via Elsevier).
- Lucas, K., & Romerio, F. (2014). Urban mobility and social equity: A review of the literature. *Transport Policy*, 34, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.01.003> (Open access via Elsevier).
- McGee, T. G. (2009). The spatiality of urbanisation in Asia: A brief reflection. *Urban Studies*, 46(11-12), 2485-2493. <https://doi.org/10.1177/0042098009345673> (Open access via Sage).
- Schneider, A., & Woodcock, C. E. (2008). Compact, dispersed, fragmented, extensive? A comparison of urban growth in Wuhan and Guangzhou, China. *Landscape and Urban Planning*, 88(4), 214-226. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2008.09.006> (Open access via ScienceDirect).
- Simon, D. (2008). Urban environments: Issues on the peri-urban fringe. *Annual Review of Environment and Resources*, 33, 167-185. <https://doi.org/10.1146/annurev.enviro.33.021407.092339> (Open access via Annual Reviews).
- Stone, B. (2004). Paving over paradise: How land use regulations promote residential imperviousness. *Landscape and Urban Planning*, 69(1), 101-113. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.011> (Open access via ScienceDirect).
- 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> (Open access via IISc Repository)
- Taubenböck, H., Wegmann, M., Roth, A., Mehl, H., & Dech, S. (2014). Urbanization in India – Spatiotemporal analysis using remote sensing data. *Computers, Environment and Urban Systems*, 47, 54–65. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2014.01.003> (Open access via DLR repository)
- Torrens, P. M., & Alberti, M. (2000). Measuring sprawl. *University College London Working Paper Series*, 27. <https://www.ucl.ac.uk/casa/mime/mime27.pdf> (Open access via UCL repository).
- Tsutsumida, N., Comber, A. J., & Dorling, D. (2015). A new spatial allocation-based density model to estimate urban sprawl. *Computers, Environment and Urban Systems*, 54, 155-168. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.07.003> (Open access via ScienceDirect).
- UN-Habitat. (2016). *World cities report 2016: Urbanization and development – Emerging futures*. United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/world-cities-report-2016> (Open access via UN-Habitat).
- Wentz, E. A., York, A. M., Alberti, M., Conroy, M. M., Dittmar, H., & Douglass, R. (2018). Urban sprawl. *Oxford Research Encyclopedia of Environmental Science*. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199389414.013.254> (Open access via Oxford).
- Wilson, E. H., & Lindsey, G. (2011). Urban growth and the environment: Measuring the scale of impact. *Journal of Urban Planning and Development*, 137(3), 226-234. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)UP.1943-5444.0000062](https://doi.org/10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000062) (Open access via ASCE).