

Analisis Spasio-Temporal Transformasi Kawasan di sekitar Stadion Internasional Pakansari, Kabupaten Bogor

Spatio-Temporal Analysis of the Development Dynamics of the Area Around Pakansari International Stadium, Bogor Regency

Tika Nurhasanah^{12*}, & Adi Wibowo¹

¹Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia, Gedung H, Jalan Margonda Raya, Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16424 Indonesia; ²Badan Informasi Geospasial, Jalan Raya Jakarta-Bogor Km 46, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16911 Indonesia; *Penulis korespondensi. *e-mail*: tika.nurhasanah32@ui.ac.id

(Diterima: 24 Desember 2024; Perbaikan: 5 Juli 2026; Disetujui: 28 Juli 2026)

ABSTRACT

Large-scale infrastructure development plays a crucial role in driving urban transformation, particularly in peri-urban areas that are experiencing rapid development pressures. One example is the construction of the Pakansari International Stadium in Bogor Regency, Indonesia, which has been accompanied by the expansion of infrastructure and built-up areas in its surrounding region. This study aims to analyze area transformation by examining the spatio-temporal changes in built-up land area and building growth between 2006 and 2023 using high-resolution Google Earth imagery and ArcGIS Pro. A spatio-temporal analysis was conducted to identify changes in built-up land, while the Compound Annual Growth Rate (CAGR) was employed to evaluate the rate of urban growth. The analysis utilized imagery acquired in 2006, 2011, 2018, and 2023. The results indicate that the built-up area increased from 303.35 hectares (31%) in 2006 to 629.74 hectares (65%) in 2023. Although the annual growth rate of built-up land declined from 7.16% during 2006–2011 to 3.09% during 2018–2023, building growth became more pronounced after the stadium was completed, with an increase of 3,150 buildings compared to 2,964 buildings before its construction. These findings suggest that the development of Pakansari International Stadium has acted as a catalyst for area transformation, shifting the development pattern from infrastructure expansion toward more intensive land utilization. The findings provide valuable information to support spatial planning, green open space provision, and sustainable regional development policies.

Keywords: area transformation, land use change, international stadium, high-resolution satellite imagery, spatial planning.

ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur berskala besar berperan penting dalam mendorong transformasi kawasan, terutama pada wilayah peri-urban yang mengalami tekanan pembangunan tinggi. Salah satu contohnya adalah pembangunan Stadion Internasional Pakansari di Kabupaten Bogor yang diikuti oleh perkembangan infrastruktur dan kawasan terbangun di sekitarnya. Penelitian ini bertujuan menganalisis transformasi kawasan melalui perubahan spasio-temporal luas lahan terbangun dan pertumbuhan jumlah bangunan pada periode 2006–2023 menggunakan citra satelit Google Earth dan perangkat lunak ArcGIS Pro. Analisis dilakukan secara spasio-temporal untuk mengidentifikasi perubahan lahan terbangun, sedangkan Compound Annual Growth Rate (CAGR) digunakan untuk mengevaluasi laju pertumbuhan kawasan. Data yang digunakan meliputi citra tahun

2006, 2011, 2018, dan 2023. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas lahan terbangun meningkat dari 303.35 hektar (31%) pada tahun 2006 menjadi 629.74 hektar (65%) pada tahun 2023. Laju pertumbuhan lahan terbangun mengalami perlambatan dari 7.16% pada periode 2006–2011 menjadi 3.09% pada periode 2018–2023, namun pertumbuhan jumlah bangunan justru lebih tinggi setelah pembangunan stadion (3,150 unit) dibandingkan sebelum pembangunan stadion (2,964 unit). Temuan tersebut menunjukkan bahwa pembangunan Stadion Internasional Pakansari berperan sebagai katalis transformasi kawasan, yang ditandai oleh pergeseran pola perkembangan dari ekspansi infrastruktur menuju intensifikasi pemanfaatan lahan. Hasil penelitian ini memberikan informasi penting bagi pemerintah dalam mendukung pengendalian pemanfaatan ruang, penyediaan ruang terbuka hijau (RTH), serta penyusunan kebijakan pembangunan wilayah yang berkelanjutan.

Kata kunci: transformasi kawasan, perubahan penggunaan lahan, stadion internasional, citra resolusi tinggi, perencanaan wilayah.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dan urbanisasi merupakan faktor utama yang mendorong transformasi kawasan di berbagai negara berkembang, termasuk Indonesia. Peningkatan jumlah penduduk menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan ruang untuk permukiman, infrastruktur, serta berbagai aktivitas ekonomi sehingga memicu perubahan penggunaan lahan secara signifikan (Harahap, 2013). Indonesia sebagai salah satu negara berkembang mengalami peningkatan jumlah penduduk yang cukup pesat, yaitu mencapai sekitar 278.8 juta jiwa pada tahun 2023 dengan laju pertumbuhan sebesar 1.08% dibandingkan tahun sebelumnya (BPS, 2023). Sejalan dengan kondisi tersebut, jumlah kawasan perkotaan di Indonesia meningkat dari 64 kota pada tahun 2000 menjadi 94 kota pada tahun 2015 (Mardiansjah & Rahayu, 2019). Urbanisasi tidak hanya ditandai oleh pertumbuhan penduduk perkotaan, tetapi juga mencerminkan transformasi fisik, sosial, dan ekonomi yang mengubah kawasan perdesaan menjadi kawasan yang lebih urban (Zahra & Rudiarto, 2023). Proses ini ditandai dengan berkembangnya kawasan terbangun melalui pembangunan permukiman, jaringan jalan, fasilitas umum, serta infrastruktur lainnya yang secara bertahap mengubah struktur ruang wilayah (Moll *et al.*, 2019). Dengan demikian, urbanisasi tidak hanya mengubah pola penggunaan lahan, tetapi juga memengaruhi arah perkembangan kawasan sehingga memerlukan perencanaan wilayah yang mampu

mengakomodasi pertumbuhan secara berkelanjutan.

Salah satu konsekuensi utama urbanisasi adalah meningkatnya alih fungsi lahan pertanian menjadi kawasan terbangun untuk memenuhi kebutuhan permukiman, infrastruktur, dan aktivitas ekonomi (Monsaputra, 2023). Konversi lahan tersebut mengurangi luas lahan produktif, menurunkan ketahanan pangan, serta mengubah mata pencaharian masyarakat dari sektor pertanian ke sektor non-pertanian (Nurpita *et al.*, 2017; Nurpita *et al.*, 2018). Fenomena ini umumnya terjadi pada kawasan pinggiran kota (*peri-urban*) yang mengalami tekanan pembangunan lebih tinggi dibandingkan wilayah perdesaan lainnya (Fahyudi *et al.*, 2020). Perubahan fungsi lahan dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kebijakan tata ruang, peningkatan kebutuhan permukiman, serta pembangunan infrastruktur yang meningkatkan aksesibilitas kawasan (Prihatin, 2015). Oleh karena itu, pengendalian pemanfaatan ruang melalui kebijakan tata ruang yang efektif menjadi aspek penting dalam menjaga keseimbangan antara kebutuhan pembangunan dan keberlanjutan lingkungan (Irwin & Bockstael, 2002; Kahn, 2000; Plantinga & Miller, 2001). Selain dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk, perubahan penggunaan lahan pada kawasan peri-urban juga semakin dipercepat oleh pembangunan infrastruktur berskala besar (*megaproject*) yang mampu mendorong pertumbuhan kawasan baru, meningkatkan nilai lahan, serta mengubah pola perkembangan wilayah di sekitarnya.

Pembangunan infrastruktur berskala besar (*megaproject*) telah banyak digunakan sebagai strategi pembangunan wilayah untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi, konektivitas, dan daya saing kawasan. Infrastruktur seperti bandar udara, jalan tol, pelabuhan, kawasan industri, maupun stadion olahraga tidak hanya berfungsi sebagai fasilitas pelayanan publik, tetapi juga berperan sebagai pusat pertumbuhan (*growth pole*) yang mampu menarik investasi, meningkatkan aktivitas ekonomi, dan mengubah struktur ruang di wilayah sekitarnya. Meskipun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa dampak pembangunan megaprojek tidak selalu bersifat positif. Di satu sisi, pembangunan infrastruktur dapat meningkatkan perkembangan kawasan dan memperkuat aktivitas ekonomi lokal, namun di sisi lain juga berpotensi mempercepat konversi lahan, mengurangi ruang terbuka hijau, serta meningkatkan tekanan terhadap lingkungan apabila tidak diikuti dengan pengendalian tata ruang yang memadai (Abbiasov & Sedov, 2023; Coates & Humphreys, 2022). Oleh karena itu, evaluasi terhadap perubahan penggunaan lahan dan dinamika perkembangan kawasan di sekitar megaprojek menjadi penting sebagai dasar penyusunan kebijakan pembangunan wilayah yang berkelanjutan.

Salah satu contoh pembangunan infrastruktur berskala besar di Indonesia adalah Stadion Internasional Pakansari yang dibangun di Kabupaten Bogor. Pembangunan stadion ini tidak hanya menghadirkan fasilitas olahraga berskala nasional, tetapi juga diikuti oleh pembangunan jaringan jalan, fasilitas umum, kawasan komersial, dan permukiman yang mengubah karakteristik kawasan di sekitarnya (Media Indonesia, 2020). Perubahan tersebut mengindikasikan bahwa keberadaan stadion berpotensi menjadi katalis transformasi kawasan, khususnya pada wilayah pinggiran kota (*peri-urban*) yang sebelumnya didominasi oleh lahan pertanian. Berbagai penelitian telah memanfaatkan data penginderaan jauh untuk mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan akibat urbanisasi maupun pembangunan

infrastruktur (Lambin *et al.*, 2001; Jensen & Cowen, 1999). Namun, sebagian besar penelitian masih berfokus pada identifikasi perubahan fisik kawasan, sedangkan kajian yang mengaitkan dinamika perubahan tersebut dengan transformasi kawasan sebagai implikasi pembangunan infrastruktur berskala besar terhadap perencanaan wilayah masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan, tetapi juga menganalisis transformasi kawasan yang terjadi sebelum dan sesudah pembangunan Stadion Internasional Pakansari sebagai dasar untuk memahami implikasinya terhadap pengelolaan dan perencanaan wilayah.

Pemantauan perubahan penggunaan lahan secara spasio-temporal memerlukan data yang memiliki resolusi spasial tinggi serta ketersediaan data historis yang memadai agar dinamika perkembangan kawasan dapat diamati secara konsisten dari waktu ke waktu. Dalam beberapa dekade terakhir, Google Earth menjadi salah satu sumber data penginderaan jauh yang banyak dimanfaatkan untuk analisis perubahan penggunaan lahan karena menyediakan arsip citra resolusi tinggi dengan cakupan temporal yang luas. Wibowo *et al.* (2016) menjelaskan bahwa data Google Earth memiliki ketelitian yang memadai untuk analisis spasio-temporal, sedangkan Noer dan Wibowo (2024) menunjukkan bahwa citra Google Earth Pro dapat dimanfaatkan untuk mengidentifikasi perubahan penutup lahan secara efektif. Selain itu, resolusi spasial yang tinggi memungkinkan identifikasi objek seperti bangunan, jaringan jalan, dan area terbangun secara rinci sehingga sesuai untuk menganalisis dinamika transformasi kawasan pada skala lokal (Calva *et al.*, 2019). Dengan karakteristik tersebut, Google Earth menjadi sumber data yang sesuai untuk mengevaluasi perubahan kawasan sebelum dan sesudah pembangunan Stadion Internasional Pakansari.

Meskipun berbagai penelitian telah mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan menggunakan data penginderaan jauh, kajian mengenai dinamika transformasi kawasan yang dipicu oleh pembangunan stadion sebagai salah

satu bentuk infrastruktur berskala besar masih relatif terbatas, khususnya pada kawasan pinggiran kota di Indonesia. Penelitian ini menawarkan perspektif yang berbeda dengan tidak hanya mengidentifikasi perubahan luas lahan terbangun, tetapi juga menganalisis perubahan jumlah bangunan sebagai indikator intensitas perkembangan kawasan sebelum, selama, dan setelah pembangunan Stadion Internasional Pakansari. Pendekatan tersebut diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai bagaimana pembangunan stadion berperan sebagai pemicu transformasi kawasan serta implikasinya terhadap pengelolaan ruang dan perencanaan wilayah yang berkelanjutan.

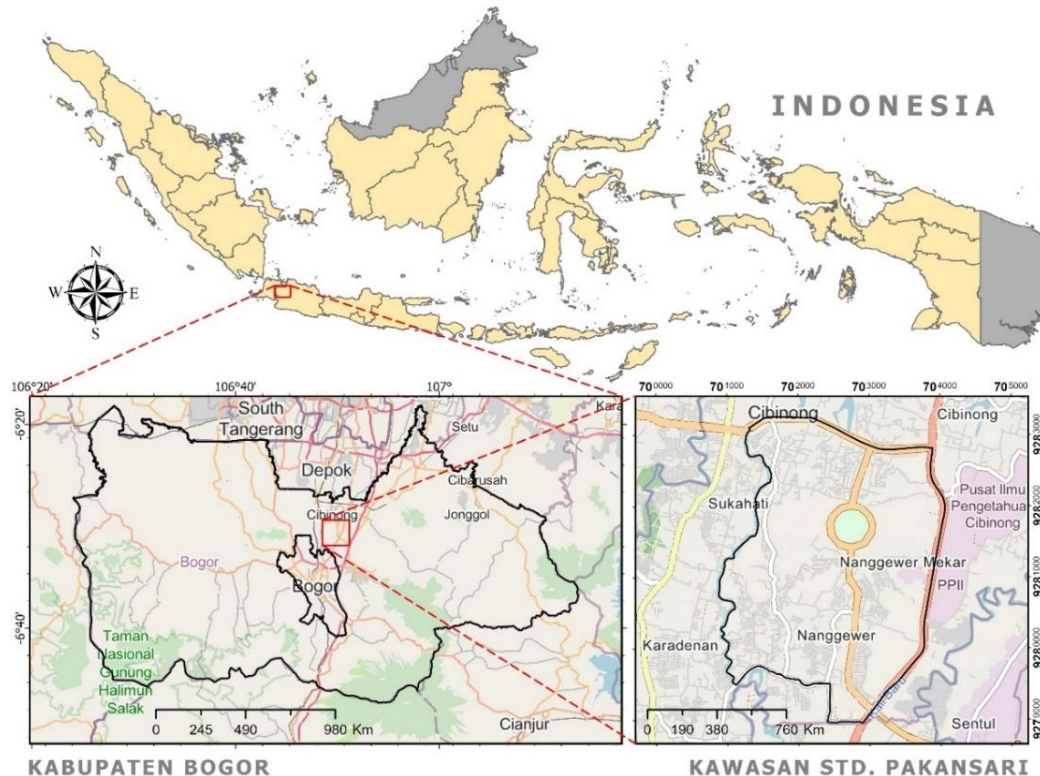
Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis transformasi kawasan di sekitar Stadion Internasional Pakansari melalui analisis spasio-temporal terhadap perubahan luas lahan terbangun dan pertumbuhan jumlah bangunan menggunakan citra Google Earth tahun 2006, 2011, 2018, dan 2023. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi dinamika perkembangan kawasan pada periode sebelum, selama, dan setelah pembangunan stadion, serta

mengevaluasi implikasi perubahan tersebut terhadap perencanaan wilayah dan pengelolaan ruang yang berkelanjutan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang mendukung penyusunan kebijakan pembangunan kawasan, pengendalian pemanfaatan ruang, serta menjadi referensi bagi penelitian sejenis mengenai transformasi kawasan akibat pembangunan infrastruktur berskala besar.

METODOLOGI

Wilayah Penelitian

Wilayah yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah area sekitar Stadion Internasional Pakansari yang berada di Kecamatan Cibinong, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat [Gambar 1]. Delineasi wilayah studi dibatasi objek fisik, dimana bagian utara berupa Jalan Tegar Beriman yang merupakan jalan arteri, bagian timur berupa Jalan Raya Bogor yang merupakan jalan arteri, bagian selatan berupa Jalan Roda Pembangunan yang merupakan jalan lokal, serta bagian barat dibatasi oleh Sungai. Luas area penelitian mencakup 966.59 hektar.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Bahan dan Data

Analisis spasio-temporal memerlukan data penginderaan jauh yang memiliki resolusi spasial dan resolusi temporal yang memadai agar perubahan penggunaan lahan dan dinamika perkembangan kawasan dapat diamati secara konsisten dari waktu ke waktu (Liu *et al.*, 2023). Keceragaman resolusi spasial antara periode pengamatan penting untuk menjaga tingkat kedetailan objek yang diinterpretasikan, sedangkan interval waktu perekaman diperlukan untuk mengevaluasi perubahan kawasan pada setiap tahapan perkembangan. Dalam penelitian ini, Google Earth dipilih sebagai sumber data karena menyediakan arsip citra resolusi tinggi (*historical imagery*) yang memungkinkan analisis perubahan kawasan pada berbagai periode pengamatan.

Penelitian ini menggunakan citra satelit Google Earth tahun 2006, 2011, 2018, dan 2023. Pemilihan periode tersebut didasarkan pada tahapan pembangunan Stadion Internasional Pakansari, yaitu tahun 2006 sebagai kondisi sebelum pembangunan stadion, tahun 2011 sebagai awal pembangunan stadion beserta infrastruktur pendukungnya, tahun 2018 sebagai kondisi setelah penyelesaian pembangunan stadion dan jaringan jalan utama, serta tahun 2023 sebagai kondisi lima tahun pasca pembangunan untuk mengevaluasi dinamika perkembangan kawasan. Arsip citra Google Earth pada periode tersebut didominasi oleh citra satelit resolusi tinggi yang bersumber dari Maxar Technologies dengan resolusi spasial kurang dari satu meter, sehingga memungkinkan identifikasi area lahan terbangun, jaringan jalan, maupun objek bangunan secara rinci (Maxar Technologies, 2024; Apollo Mapping, 2024). Karakteristik tersebut menjadikan citra Google Earth sesuai untuk menganalisis transformasi kawasan melalui perubahan luas lahan terbangun dan pertumbuhan jumlah bangunan di sekitar Stadion Internasional Pakansari.

Pengolahan Data

Data citra resolusi tinggi yang diperoleh dari Google Earth diakses melalui fitur

historical imagery sehingga memungkinkan pengamatan kondisi kawasan pada tahun 2006, 2011, 2018, dan 2023. Pemilihan citra dilakukan berdasarkan tahun pengamatan yang telah ditentukan serta mempertimbangkan kondisi citra dengan tutupan awan yang minimal agar objek dapat diinterpretasikan secara optimal. Selanjutnya dilakukan koreksi geometris menggunakan metode *georeferencing* untuk menyelaraskan posisi spasial antara periode pengamatan sehingga meminimalkan kesalahan dalam proses interpretasi dan perhitungan luas lahan terbangun.

Ekstraksi lahan terbangun dan bangunan dilakukan melalui interpretasi visual (*on-screen digitizing*) menggunakan perangkat lunak ArcGIS Pro. Interpretasi dilakukan secara konsisten pada seluruh tahun pengamatan dengan mempertimbangkan unsur-unsur interpretasi citra yang meliputi warna atau rona, bentuk, ukuran, tekstur, pola, asosiasi, dan situs. Lahan terbangun didefinisikan sebagai seluruh area yang telah mengalami perkerasan atau pembangunan, meliputi bangunan, jalan, area parkir, dan infrastruktur lainnya. Sementara itu, identifikasi bangunan dilakukan terhadap seluruh objek bangunan yang dapat dikenali pada citra resolusi tinggi, baik berupa bangunan permukiman, fasilitas umum, bangunan komersial, maupun bangunan lainnya.

Hasil interpretasi pada setiap tahun selanjutnya dibandingkan untuk mengidentifikasi perubahan luas lahan terbangun dan pertumbuhan jumlah bangunan sebelum, selama, dan setelah pembangunan Stadion Internasional Pakansari. Penelitian ini tidak bertujuan menguji hubungan sebab-akibat antara pembangunan stadion dan perubahan kawasan, melainkan mengevaluasi dinamika transformasi kawasan berdasarkan perubahan spasio-temporal yang terjadi pada setiap periode pengamatan.

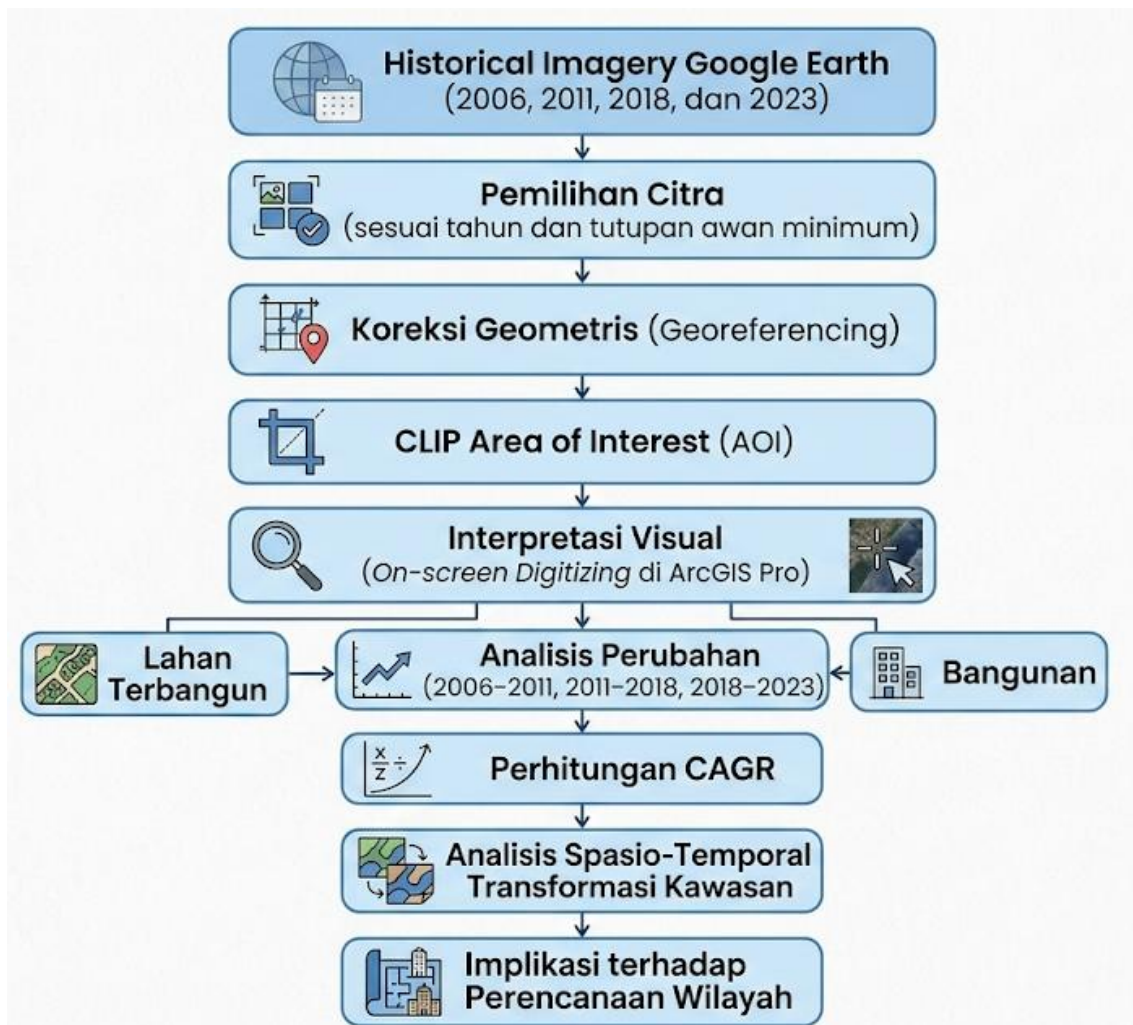
Laju perkembangan kawasan dianalisis menggunakan Compound Annual Growth Rate (CAGR) yang menggambarkan rata-rata laju pertumbuhan tahunan luas lahan terbangun selama periode pengamatan (Jain, 2024). Metode ini banyak digunakan dalam analisis

perkembangan kawasan karena mampu memberikan ukuran pertumbuhan yang konsisten antara periode (Taubenböck *et al.*, 2014). Nilai CAGR dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$CAGR = \left(\frac{\text{Nilai Akhir}}{\text{Nilai Awal}} \right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

dengan Nilai Akhir merupakan luas lahan terbangun pada akhir periode pengamatan, Nilai

Awal merupakan luas lahan terbangun pada awal periode, sedangkan t adalah jumlah tahun dalam periode tersebut. Selain perubahan luas lahan terbangun, perkembangan kawasan juga dianalisis berdasarkan perubahan jumlah bangunan yang diidentifikasi dari citra resolusi tinggi Google Earth pada setiap tahun pengamatan (Nagara & Wibowo, 2023). Alur penelitian secara keseluruhan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur kerja penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

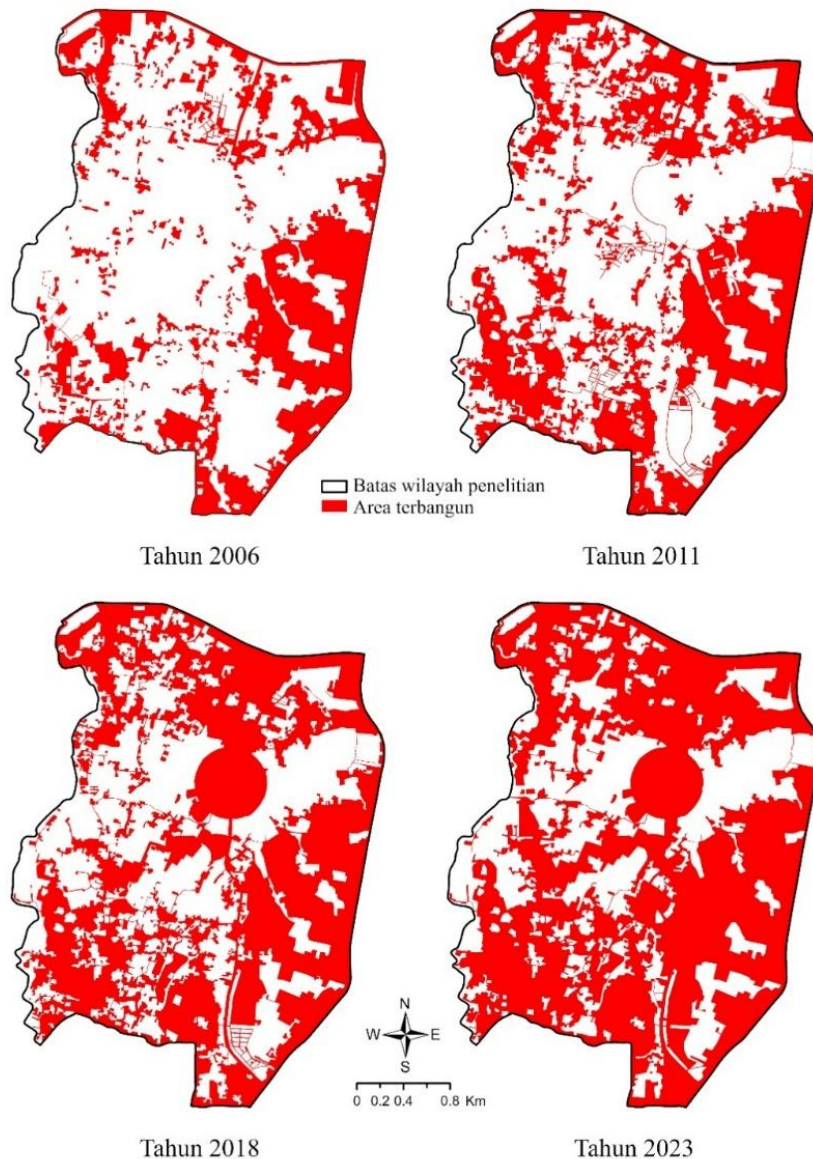
Luas lahan terbangun di sekitar Stadion Internasional Pakansari mengalami peningkatan secara konsisten selama periode pengamatan 2006–2023. Hasil interpretasi visual menunjukkan bahwa luas lahan terbangun meningkat dari 303.35 hektar pada tahun 2006

menjadi 428.65 hektar pada tahun 2011, kemudian bertambah menjadi 540.86 hektar pada tahun 2018, dan mencapai 629.74 hektar pada tahun 2023 [Gambar 3]. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa kawasan penelitian mengalami transformasi fisik yang ditandai oleh semakin luasnya area terbangun sebagai respons terhadap perkembangan

infrastruktur dan aktivitas pembangunan di sekitar stadion.

Pada tahun 2006, kawasan penelitian masih didominasi oleh lahan non-terbangun dan belum menunjukkan keberadaan kompleks Stadion Internasional Pakansari. Memasuki tahun 2011 mulai terlihat pembangunan jalan lingkar stadion sebagai tahap awal pengembangan kawasan, meskipun konektivitas menuju Jalan Raya Bogor di sisi selatan masih terbatas. Pada tahun 2018, setelah kompleks stadion beserta infrastruktur pendukungnya selesai dibangun, luas lahan terbangun meningkat secara signifikan dan mulai berkembang mengikuti koridor jaringan jalan

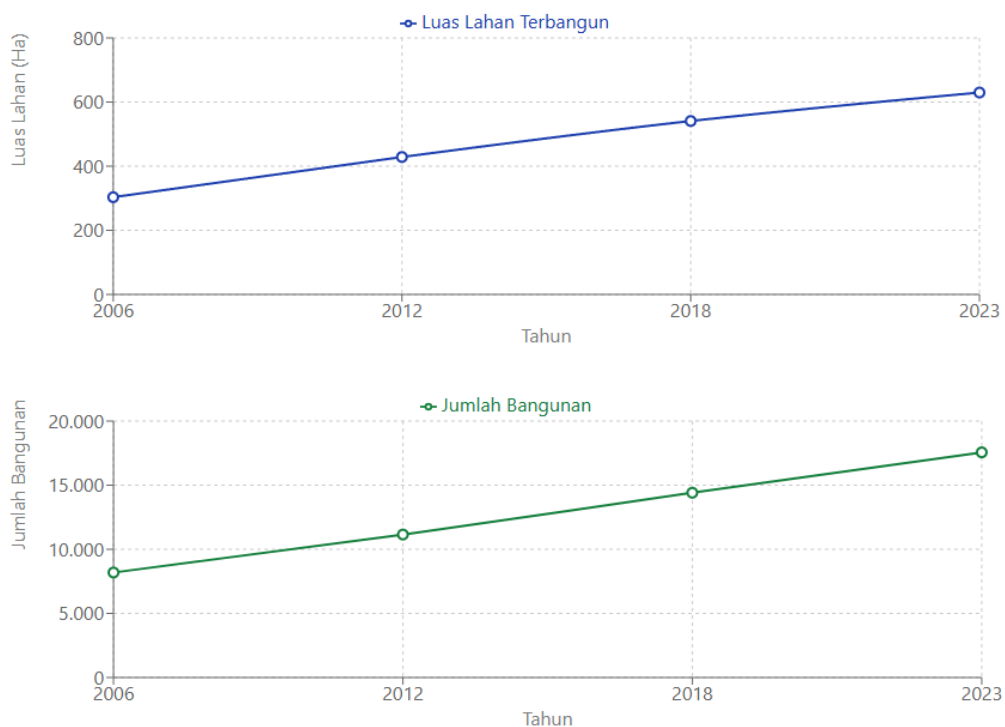
yang menghubungkan stadion dengan kawasan sekitarnya. Perkembangan tersebut semakin nyata pada tahun 2023, yang ditandai oleh meningkatnya kepadatan lahan terbangun terutama di sepanjang akses jalan menuju stadion pada sisi selatan dan utara. Sebaliknya, wilayah barat dan timur yang memiliki aksesibilitas lebih rendah menunjukkan perkembangan lahan terbangun yang relatif lebih lambat. Pola tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan aksesibilitas melalui pembangunan jaringan jalan berperan dalam mengarahkan transformasi kawasan di sekitar Stadion Internasional Pakansari.



Gambar 3. Perkembangan lahan terbangun di area sekitar Stadion Internasional Pakansari tahun 2006, 2011, 2018, dan 2023
Sumber: Analisis, 2024

Selain peningkatan luas lahan terbangun, kawasan penelitian juga menunjukkan pertumbuhan jumlah bangunan yang konsisten selama periode pengamatan. Berdasarkan hasil interpretasi visual citra resolusi tinggi, jumlah bangunan meningkat dari 8,188 unit pada tahun 2006 menjadi 11,152 unit pada tahun 2011, kemudian bertambah menjadi 14,411 unit pada tahun 2018, dan mencapai 17,561 unit pada tahun 2023. Perhitungan tersebut mencakup seluruh objek bangunan yang dapat diidentifikasi pada citra, meliputi bangunan permukiman, fasilitas umum, bangunan

komersial, industri, serta bangunan lainnya, sedangkan jalan, area parkir, halaman, dan area perkerasan tidak termasuk dalam kategori bangunan. Peningkatan jumlah bangunan yang terjadi pada setiap periode menunjukkan bahwa perkembangan kawasan tidak hanya ditandai oleh bertambahnya luas lahan terbangun, tetapi juga oleh meningkatnya intensitas pemanfaatan ruang melalui pembangunan bangunan baru di kawasan sekitar Stadion Internasional Pakansari.



Gambar 4. Grafik laju perkembangan lahan terbangun dan jumlah bangunan di sekitar area Stadion Internasional Pakansari
Sumber: Analisis, 2024

Berdasarkan Gambar 4, luas lahan terbangun maupun jumlah bangunan menunjukkan tren peningkatan yang konsisten selama periode pengamatan 2006–2023. Nilai *Compound Annual Growth Rate* (CAGR) menunjukkan bahwa laju pertumbuhan lahan terbangun pada periode sebelum pembangunan Stadion Internasional Pakansari (2006–2011) mencapai 7.16%, kemudian melambat menjadi 3.09% pada periode pasca pembangunan stadion (2018–2023). Meskipun laju pertumbuhan lahan

terbangun mengalami perlambatan, jumlah bangunan yang bertambah justru lebih tinggi pada periode setelah pembangunan stadion. Penambahan bangunan pada periode sebelum pembangunan stadion tercatat sebanyak 2,964 unit, sedangkan pada periode setelah pembangunan stadion meningkat menjadi 3,150 unit.

Perbedaan tersebut menunjukkan adanya perubahan pola transformasi kawasan di sekitar Stadion Internasional Pakansari. Pada tahap

awal pembangunan, perkembangan kawasan lebih didominasi oleh ekspansi lahan melalui konversi area non-terbangun untuk penyediaan infrastruktur dasar, seperti jaringan jalan, fasilitas umum, kawasan komersial, dan permukiman, sehingga laju pertumbuhan lahan terbangun relatif tinggi. Setelah infrastruktur utama tersedia dan konektivitas kawasan semakin baik, perkembangan bergeser menuju intensifikasi pemanfaatan ruang yang ditandai

oleh meningkatnya pembangunan bangunan baru pada lahan yang telah berkembang. Dengan demikian, transformasi kawasan di sekitar Stadion Internasional Pakansari menunjukkan pergeseran dari ekspansi kawasan (*urban expansion*) menuju intensifikasi pemanfaatan ruang (*urban intensification*), seiring meningkatnya aksesibilitas dan aktivitas kawasan.



Gambar 5. Perkembangan perumahan di sisi selatan Stadion Internasional Pakansari
Sumber: Analisis, 2024

Pergeseran menuju intensifikasi pemanfaatan ruang terlihat jelas pada perkembangan kawasan perumahan di sisi selatan Stadion Internasional Pakansari [Gambar 5]. Sebelum pembangunan stadion, proses konversi lahan didominasi oleh penyediaan infrastruktur dasar berupa jaringan jalan dan pembukaan kavling, sehingga sebagian besar lahan masih berupa area terbuka dengan jumlah bangunan yang relatif sedikit. Kondisi ini menunjukkan bahwa pembangunan pada tahap awal lebih berorientasi pada penyediaan struktur dasar kawasan sebagai prasyarat bagi perkembangan permukiman di masa berikutnya.

Setelah pembangunan stadion selesai, pola perkembangan kawasan berubah menjadi pembangunan unit-unit rumah pada kavling yang telah tersedia. Perubahan ini terlihat dari semakin rapatnya sebaran bangunan pada citra tahun 2018 dan 2023, sementara jaringan jalan relatif tidak mengalami perubahan yang signifikan. Dengan demikian, peningkatan jumlah bangunan pada periode pasca pembangunan stadion lebih mencerminkan proses pengisian (*infill development*) dan intensifikasi pemanfaatan ruang dibandingkan pembukaan lahan baru. Pola tersebut memperkuat hasil analisis sebelumnya bahwa transformasi kawasan di sekitar Stadion Internasional Pakansari berkembang dari fase ekspansi lahan menuju fase intensifikasi pembangunan seiring meningkatnya aksesibilitas dan aktivitas kawasan.

DISKUSI

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan luas lahan terbangun dan jumlah bangunan yang berlangsung secara konsisten selama periode 2006–2023 mencerminkan transformasi kawasan yang semakin intensif di sekitar Stadion Internasional Pakansari. Perubahan tersebut mengindikasikan bahwa kawasan masih berada pada fase perkembangan yang aktif dengan kecenderungan konversi lahan non-terbangun menjadi kawasan terbangun. Apabila tren ini terus berlanjut, maka tekanan terhadap ruang terbuka hijau (RTH),

kawasan resapan air, serta sempadan sungai akan semakin meningkat. Kondisi tersebut merupakan salah satu tantangan utama perkembangan kawasan perkotaan di negara berkembang, di mana ekspansi kawasan sering kali diikuti oleh berkurangnya ruang terbuka dan meningkatnya tekanan terhadap fungsi ekologis lingkungan (Saridewi *et al.*, 2021).

Keberadaan ruang terbuka hijau memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan pembangunan kawasan. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, RTH berfungsi secara ekologis, sosial, ekonomi, dan estetika. Dari keempat fungsi tersebut, fungsi ekologis menjadi aspek yang paling penting dalam mendukung keberlanjutan kawasan perkotaan. Vegetasi pada RTH berperan sebagai penyerap karbon dioksida (CO₂), penghasil oksigen (O₂), pengendali suhu mikro, serta daerah resapan air yang mampu mengurangi limpasan permukaan dan risiko banjir (Tresnasari *et al.*, 2018; Armijon, 2019). Selain itu, RTH juga menyediakan ruang publik yang mendukung aktivitas sosial masyarakat, meningkatkan kualitas visual kawasan, serta memberikan manfaat ekonomi melalui peningkatan nilai properti dan berkembangnya aktivitas ekonomi lokal di sekitarnya (Tambunan *et al.*, 2021; Chen *et al.*, 2022; Putri *et al.*, 2022; Shao *et al.*, 2022). Oleh karena itu, keberadaan RTH tidak hanya menjadi elemen pelengkap kawasan perkotaan, tetapi merupakan bagian penting dalam mewujudkan pembangunan wilayah yang berkelanjutan.

Pada kawasan Stadion Internasional Pakansari, proporsi lahan terbangun meningkat dari 31% pada tahun 2006 menjadi 44% pada tahun 2011, kemudian 56% pada tahun 2018, dan mencapai 65% pada tahun 2023. Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa ketersediaan lahan non-terbangun semakin berkurang seiring dengan berkembangnya kawasan di sekitar stadion. Meskipun demikian, lahan non-terbangun yang masih tersisa belum seluruhnya dapat dikategorikan sebagai ruang terbuka hijau karena sebagian masih berupa

sawah, ladang, semak belukar, maupun lahan terbuka yang sewaktu-waktu berpotensi mengalami konversi menjadi kawasan terbangun. Kondisi ini menunjukkan bahwa tanpa kebijakan pengendalian pemanfaatan ruang, transformasi kawasan di sekitar Stadion Internasional Pakansari berpotensi terus mengurangi fungsi ekologis kawasan.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa perkembangan kawasan setelah pembangunan stadion tidak lagi didominasi oleh pembukaan lahan baru, tetapi mulai bergeser menuju intensifikasi pemanfaatan ruang melalui peningkatan jumlah bangunan pada lahan yang telah berkembang. Pergeseran dari **urban expansion** menuju *urban intensification* ini memberikan peluang bagi pemerintah daerah untuk mengendalikan perkembangan kawasan tanpa terus melakukan ekspansi ke lahan non-terbangun. Oleh karena itu, strategi pembangunan kawasan di sekitar Stadion Internasional Pakansari perlu diintegrasikan dengan kebijakan penyediaan dan perlindungan ruang terbuka hijau, khususnya pada koridor jalan utama, kawasan permukiman baru, serta sempadan sungai. Pendekatan tersebut diharapkan mampu menjaga keseimbangan antara pertumbuhan kawasan, kualitas lingkungan, dan keberlanjutan pembangunan wilayah.

KESIMPULAN

Analisis spasio-temporal menggunakan citra resolusi tinggi pada platform Google Earth menunjukkan bahwa kawasan di sekitar Stadion Internasional Pakansari mengalami transformasi yang signifikan selama periode 2006–2023. Transformasi tersebut ditandai oleh peningkatan luas lahan terbangun dan jumlah bangunan secara konsisten, yang mencerminkan perubahan karakter perkembangan kawasan dari waktu ke waktu. Pada periode sebelum pembangunan stadion, perkembangan kawasan didominasi oleh ekspansi lahan untuk penyediaan infrastruktur dasar sehingga laju pertumbuhan lahan terbangun relatif tinggi. Sebaliknya, pada periode setelah stadion

beroperasi, laju pertumbuhan lahan terbangun mulai melambat, namun pertumbuhan jumlah bangunan justru meningkat. Kondisi ini menunjukkan bahwa transformasi kawasan di sekitar Stadion Internasional Pakansari mengalami pergeseran dari fase ekspansi kawasan (*urban expansion*) menuju intensifikasi pemanfaatan ruang (*urban intensification*), yang ditandai oleh meningkatnya pembangunan bangunan pada lahan yang telah berkembang seiring tersedianya infrastruktur dan meningkatnya aksesibilitas kawasan.

Transformasi kawasan tersebut memberikan implikasi penting terhadap perencanaan wilayah di sekitar Stadion Internasional Pakansari. Peningkatan proporsi lahan terbangun yang berlangsung secara berkelanjutan berpotensi mengurangi ketersediaan lahan non-terbangun serta meningkatkan tekanan terhadap fungsi ekologis kawasan apabila tidak diimbangi dengan pengendalian pemanfaatan ruang yang memadai. Oleh karena itu, pengembangan kawasan di sekitar stadion perlu diintegrasikan dengan kebijakan tata ruang yang berorientasi pada penyediaan dan perlindungan ruang terbuka hijau, pengelolaan kawasan sempadan sungai, serta penyediaan infrastruktur pendukung yang berkelanjutan sehingga keseimbangan antara pertumbuhan kawasan dan kualitas lingkungan dapat tetap terjaga.

Selain memberikan gambaran mengenai dinamika transformasi kawasan di sekitar Stadion Internasional Pakansari, penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi analisis perubahan luas lahan terbangun dan pertumbuhan jumlah bangunan mampu memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai pola perkembangan kawasan dibandingkan apabila hanya menggunakan indikator perubahan penggunaan lahan. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi perubahan tidak hanya dari aspek ekspansi spasial, tetapi juga dari intensitas pemanfaatan ruang, sehingga dapat menjadi alternatif metode dalam mengevaluasi transformasi kawasan akibat pembangunan infrastruktur berskala besar. Hasil penelitian ini

diharapkan dapat menjadi referensi bagi pemerintah daerah dan perencana wilayah dalam menyusun kebijakan pengendalian pemanfaatan ruang yang berbasis data spasial, serta dapat diterapkan pada kawasan lain yang mengalami perkembangan akibat pembangunan infrastruktur strategis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia yang telah memfasilitasi, serta semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Apollo Mapping. (2024). *WorldView Legion Satellite Overview*. <https://wp-cdn.apollomapping.com>.
- Armijon, A. (2023). Analisis dan identifikasi ketersediaan ruang terbuka hijau (RTH) non alami di perkotaan kabupaten/kota. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Lampung*, 23(1), 483–487.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Jumlah penduduk pertengahan tahun 2023*. BPS. <https://www.bps.go.id/id>.
- Calva, L. G., Golubov, J., Mandujano, M. D. C., Lara-Domínguez, A. L., & López-Portillo, J. (2019). Assessing Google Earth Pro images for detailed conservation diagnostics of mangrove communities. *Journal of Coastal Research*, 92(SI), 33-43. <https://doi.org/10.2112/SI92-005.1>.
- Chen, K., Lin, H., You, S., & Han, Y. (2022). Review of the impact of urban parks and green spaces on residence prices in the environmental health context. *Frontiers in Public Health*, 10, 993801. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.993801>
- Dai, D., & Alamanos, A. (2024). Modeling the Impact of Land Use Changes and Wastewater Treatment on Water Quality and Ecosystem Services in the Yongding River Basin, North China. *Water*, 16(12), 1701. <https://doi.org/10.3390/w16121701>.
- Fahyudi, D. I., Christiawan, P. I., & Sarmita, I. M. (2020). Perkembangan luas permukiman dan penggunaan lahan pada daerah peri-urban Kota Singaraja tahun 2010, 2015 dan 2020. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 8(3), 140-147. <http://dx.doi.org/10.23887/jjpg.v8i3.29541>.
- Handayani, A., & Wibowo, A. (2023). Utilizing Google Earth Data to Assess Spatial-Temporal Land Use Changes around Jatibarang Reservoir, Semarang City. *Indonesian Journal of Earth Sciences*, 3(1), A612-A612. <https://doi.org/10.52562/injoes.2023.612>.
- Harahap, F. R. (2013). Dampak urbanisasi bagi perkembangan kota di Indonesia. *Society*, 1(1), 35–45. <https://mpira.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/92781>.
- Herold, M., Couclelis, H., & Clarke, K. C. (2005). The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. *Computers, environment and urban systems*, 29(4), 369-399. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2003.12.001>.
- Irwin, E. G., & Bockstael, N. E. (2002). The evolution of urban sprawl: Evidence of spatial heterogeneity and increasing land use mix. *Regional Science and Urban Economics*, 32(6), 735-760. <https://doi.org/10.1073/pnas.0705527105>.
- Jain, Madhavi. (2024). Future land use and cover simulations with cellular automata-based artificial neural network: A case study over Delhi megacity (India). *Heliyon*, 10(14). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34662>.
- Jensen, J. R., & Cowen, D. C. (1999). Remote sensing of urban/suburban infrastructure and socio-economic attributes. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 65, 611-622. <https://www.doi.org/10.1002/9780470979587.CH22>.
- Liu, X., Li, X., & Bao, H. (2023). Time Ring Data: Definition and Application in Spatio-Temporal Analysis of Urban Expansion and Forest Loss. *Remote Sensing*, 15(4), 972. <https://doi.org/10.3390/rs15040972>.
- Kahn, M. E. (2000). The environmental impacts of suburbanization. *Brookings-Wharton Papers on Urban Affairs*, 1, 137-165. [https://doi.org/10.1002/1520-6688\(200023\)19:4%3C569::AID-PAM3%3E3.0.CO;2-P](https://doi.org/10.1002/1520-6688(200023)19:4%3C569::AID-PAM3%3E3.0.CO;2-P).

- Kementerian Pekerjaan Umum. (2008). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5 Tahun 2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan*.
- Lambin, E. F., Turner, B. L., Geist, H. J., Agbola, S. B., Angelsen, A., Bruce, J. W., ... & Xu, J. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Global environmental change*, 11(4), 261-269. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(01\)00007-3](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(01)00007-3).
- Mardiansjah, F. H., & Rahayu, P. (2019). Urbanisasi dan pertumbuhan kota-kota di Indonesia: Suatu perbandingan antar-wilayah makro Indonesia. *Jurnal Pengembangan Kota*, 7(1), 91–108. <https://doi.org/10.14710/jpk.7.1.91-108>.
- Maxar Technologies. (2024). *WorldView Legion Data Sheet*. <https://www.maxar.com>.
- Media Indonesia. (2020, March 12). Sudah rampung, Stadion Pakansari habiskan dana Rp803 M. *Media Indonesia*. <https://mediaindonesia.com/megapolitan/34868/sudah-rampung-stadion-pakansari-habiskan-dana-rp803-m>.
- Moll, R.J., Cepek, J.D., Lorch, P.D., Dennis, P.M., Robison, T. & Montgomery, R.A. (2019), At what spatial scale(s) do mammals respond to urbanization?. *Ecography*, 43(1), 171-183. <https://doi.org/10.1111/ecog.04762>
- Monsaputra, M. (2023). Analisis perubahan penggunaan lahan pertanian menjadi perumahan di kota Padang Panjang. *Tunas Agraria*, 6(1), 1-11. <https://doi.org/10.31292/jta.v6i1.200>.
- Nagara, R. P. & Wibowo, A. (2024). Identifying the Impact of Shoreline Change on Land Use in Bedono Village with Google Earth. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*, 8 (1). <https://doi.org/10.23969/jcbeem.v8i1.11382>.
- Noer, M., & Wibowo, A. (2024). Identifikasi Perubahan Tutupan Lahan dengan Metode Klasifikasi Terbimbing menggunakan Data Google Earth. *Jurnal Jurusan Pendidikan Geografi*, 12(1), 32-41. <https://doi.org/10.23887/jjpg.v12i01.6994>.
- Nurpita, A., Wihastuti, L., & Andjani, I. Y. (2018). Dampak alih fungsi lahan terhadap ketahanan pangan rumah tangga tani di Kecamatan Temon Kabupaten Kulon Progo. *Jurnal Gama Societa*, 1(1), 103-110. <https://doi.org/10.22146/jgs.34055>.
- Plantinga, A. J., & Miller, D. J. (2001). Agricultural land values and the value of land preservation. *American Journal of Agricultural Economics*, 83(4), 1062-1073. <https://doi.org/10.4324/9781315240114>.
- Prihatin, R. B. (2015). Alih fungsi lahan di perkotaan (Studi kasus di Kota Bandung dan Yogyakarta). *Jurnal Aspirasi*, 6(2), 105-118. <https://doi.org/10.22212/aspirasi.v6i2.507>.
- Putri, D. A., Astuti, R. S., & Santoso, R. S. (2022). Strategi pemanfaatan ruang terbuka hijau aktif untuk aktivitas ekonomi di Kecamatan Semarang Selatan. *Journal of Public Policy and Management Review*, 12(1), 90–108. <https://doi.org/10.14710/jppmr.v12i1.37218>.
- Saridewi, T. R., Hadi, S., Fauzi, A., & Rusastra, I. W. (2021). Penataan ruang Daerah Aliran Sungai Ciliwung dengan pendekatan kelembagaan dalam perspektif pemantapan pengelolaan usahatani. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 32(2), 87–102. <https://epublikasi.pertanian.go.id/berkala/fae/article/view/1115>
- Shao, Y., Hao, Y., Yin, Y., Meng, Y., & Xue, Z. (2022). Improving soundscape comfort in urban green spaces based on aural-visual interaction attributes of landscape experience. *Forests*, 13(8), 1262. <https://doi.org/10.3390/f13081262>.
- Soeroso, A. (2010). Kajian Ekonomi Pemanfaatan Kawasan Stadion Kridosono Sebagai Ruang Hijau Kota Yogyakarta (Economic Study for Utilization of Kridosono Stadium Area as An Urban Green Space of Yogyakarta Municipality). *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 17(2), 103-112. <https://doi.org/10.22146/jml.18709>.
- Tambunan, E. K., Siahaan, U., & Sudawarni, M. M. (2021). Pengaruh ruang terbuka hijau terhadap psikologis masyarakat di kota bekasi khususnya kecamatan jatiasih. *Arsitektura Jurnal Ilmiah Aksitektur dan Lingkungan Binaan*, 19(2), 297-307.
- Taubenböck, H., Wiesner, M., Felbier A., Marconcini, M., Esch, M., & Dech, S. (2014). New dimensions of urban landscapes: The spatio-temporal evolution from a polynuclei area to a mega-region based on remote sensing data. *Applied Geography*, 47: 137-153.

<https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.12.002>

- Tresnasari, S., Budiyo, B., & Suhartono, S. (2018). Gambaran pola pencemar udara di wilayah sekitar Bundaran Hotel Indonesia tahun 2017. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(6), 344–353. <https://doi.org/10.14710/jkm.v6i6.22196>.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs. (2024). *World Population Prospects 2024: Summary of Results*. United Nations. https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs. (2024). *World Population Prospects 2024: Summary of Results* (UN DESA/POP/2024/TR/NO. 9). United Nations. <https://population.un.org/wpp/>.
- Wibowo, A., Salleh, K. O., Frans, F. T. R. S., & Semedi, J. M. (2016). Spatial temporal land use change detection using Google Earth data. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 47(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/47/1/012031>
- Zahra, A., & Rudiarto, I. (2023). Transformasi Perdesaan: Kajian Fisik, Sosial Ekonomi, dan Laju Transformasi di Wilayah Peri Urban Surakarta. *Journal of Regional and Rural Development Planning (Jurnal Perencanaan Pembangunan Wilayah Dan Perdesaan)*, 7(1), 15-28. <https://doi.org/10.29244/jp2wd.2023.7.1.15-28>.