

Analisis Spasio-Temporal Dampak Pembangunan Jalan Tol Depok-Antasari terhadap Perubahan Penggunaan Lahan Permukiman di Kelurahan Rangkapan Jaya Baru

Priyo Sunandar, Adi Wibowo

Masuk: 30 03 2024 / Diterima: 14 05 2024 / Dipublikasi: 30 06 2024

Abstract Depok City is one of the cities experiencing rapid growth; the construction of several new toll roads affects the rate of change in built-up land, especially settlements in Depok City. This study aims to identify the spatio-temporal impact of toll road construction on changes in the number of houses in Depok with a study area of Rangkapan Jaya Baru Village, a potential indicator to predict population growth. The method used in this research is a visual interpretation of house buildings using temporal satellite image data available in Google Earth Pro software. The analysis used is spatial and descriptive to explain changes in the number of houses and population growth. The number of houses and estimated population in 2013, 2018, and 2023 were 9,522, 9,901, 10,243 buildings and 38,088, 39,604, and 40,972 people, respectively, in line with the trend of population data change from the Depok City Central Bureau of Statistics. This study shows a growth in the number of house buildings and population along with the construction of the Depok-Antasari Toll Road.

Keywords: Spatial-temporal; Built-up Land; Population Growth; Google Earth; Depok City

Abstrak Kota Depok, merupakan salah satu kota yang mengalami pertumbuhan pesat, pembangunan beberapa ruas Tol baru mempengaruhi laju perubahan lahan terbangun terutama permukiman di Kota Depok. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi secara spatio-temporal dampak pembangunan jalan tol terhadap perubahan jumlah rumah di Depok dengan studi area Kelurahan Rangkapan Jaya Baru yang digunakan sebagai indikator potensial untuk memprediksi pertumbuhan penduduk. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan interpretasi visual bangunan rumah pada data citra satelit temporal yang tersedia di perangkat lunak Google Earth Pro. Analisis yang digunakan secara spasial, dan deskriptif untuk menjelaskan perubahan jumlah rumah dan pertumbuhan penduduk. Jumlah bangunan rumah dan estimasi penduduk tahun 2013, 2018 dan 2023 berturut-turut sebanyak 9.522, 9.901, 10.243 bangunan dan 38.088, 39.604, 40.972 jiwa, sejalan dengan tren data populasi dari Badan Pusat Statistik Kota Depok. Penelitian ini menunjukkan bahwa adanya pertumbuhan jumlah bangunan rumah dan jumlah penduduk seiring dengan pembangunan Jalan Tol Depok-Antasari.

Kata kunci: Spasial-temporal; Lahan Terbangun; Pertumbuhan Penduduk; Google Earth; Kota Depok

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.

Copyright © 2024 by Author. Published by Universitas Pendidikan Ganesh.



Priyo Sunandar, Adi Wibowo.
Universitas Indonesia, Indonesia

priyosunandar72@gmail.com

1. Pendahuluan

Pembangunan infrastruktur jalan tol di Indonesia terus meningkat pesat dalam beberapa tahun terakhir, terutama periode 2014-2022, sebagai Program Strategis Nasional (PSN)

Pemerintah. Dalam periode 2014-2022 telah dibangun 1.848,1 km jalan tol atau sekitar 264,01 km per tahun di seluruh Indonesia dalam tempo hampir sembilan tahun dari Oktober 2014 hingga Maret 2023 (Badan Pengatur Jalan Tol, 2020). Pembangunan infrastruktur secara gencar dan masif seperti pembangunan jalan tol dapat meningkatkan konektivitas dan menghubungkan satu daerah dengan daerah lain sehingga dapat menopang kegiatan industri, mempermudah proses distribusi barang jadi dan kegiatan supply, serta mendorong aktivitas ekonomi lokal yang akan memacu pertumbuhan ekonomi nasional (Manalu & Harsono, 2023). Dalam rangka meningkatkan konektivitas kawasan strategis perkotaan metropolitan Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang, Bekasi (Jabodetabek), Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) bersama investor jalan tol telah menyelesaikan pembangunan Tol Depok - Antasari (Desari) Seksi II Brigif - Sawangan. Tol Desari Seksi II pada bulan Juli 2020 (Badan Pengatur Jalan Tol, 2020).

Perubahan penggunaan lahan merupakan peralihan dari penggunaan lahan tertentu menjadi penggunaan lainnya. Proses penggunaan lahan yang dilakukan manusia dari waktu ke waktu terus mengalami perubahan seiring dengan perkembangan peradaban dan kebutuhan manusia (Djangu Awidano et al., 2017). Semakin tinggi jumlah penduduk akan menyebabkan kebutuhan lahan untuk permukiman juga semakin tinggi (Ariani, 2012). Perubahan lahan juga dapat diartikan sebagai perubahan penggunaan atau aktivitas terhadap suatu lahan yang

berbeda dari aktivitas sebelumnya, baik untuk tujuan komersial maupun meningkat (Munibah, 2008).

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh yang mutakhir dapat meningkatkan efisiensi waktu dalam proses analisis suatu wilayah. Saat ini, penginderaan jauh merupakan salah satu instrumen teknologi pemetaan yang memungkinkan dilakukan karena dapat digunakan untuk wilayah yang cukup luas dan sulit diakses (Fawzi, 2016). Citra satelit yang merupakan salah satu produk penginderaan jauh sudah sering digunakan dalam penelitian (Vaiphasa et al., 2006). Dalam satu dekade terakhir, dengan kemajuan sensor satelit baru, berbagai citra satelit beresolusi spasial tinggi, seperti QuickBird, IKONOS, dan RapidEye, telah banyak tersedia. Citra satelit ini menyediakan karakteristik lanskap yang beragam, informasi terperinci mengenai ukuran dan bentuk target permukaan, serta hubungan spasial yang jelas di antara objek-objek yang berdekatan. Hal ini memberikan peluang baru untuk pemetaan penggunaan/tutupan lahan yang sangat akurat dan terperinci pada skala besar (Duro et al., 2012). Namun, perlu dicatat bahwa, karena cakupan spasial yang sempit dan biaya ekonomi yang tinggi, citra resolusi spasial yang tinggi tersebut umumnya digunakan untuk memetakan penggunaan/penutupan lahan untuk wilayah kecil tertentu, dan hampir tidak dapat digunakan untuk wilayah yang luas.

Belakangan ini, perangkat Google Earth telah berkembang dengan cepat dan telah digunakan secara luas di banyak sektor. Citra resolusi spasial tinggi yang dikeluarkan oleh Google

Earth, sebagai sumber data yang gratis dan terbuka, telah memberikan dukungan yang sangat baik untuk pemetaan penggunaan/penutupan lahan konvensional (Clark et al., 2010). Data tersebut telah digunakan sebagai data tambahan untuk mengumpulkan sampel pelatihan atau pengujian untuk klasifikasi dan validasi penggunaan/tutupan lahan atau digunakan sebagai alat visualisasi peta penggunaan/tutupan lahan (Kaimaris et al., 2011; Yu & Gong, 2012). Namun, hanya sedikit penelitian yang telah dilakukan untuk menggunakan citra satelit sebagai sumber data langsung untuk pemetaan penggunaan/penutupan lahan. Jika citra satelit Google Earth dapat mencapai akurasi yang relatif memuaskan, maka hal ini dapat memberikan peluang untuk pemetaan penggunaan/penutupan lahan yang lebih rinci dengan biaya yang lebih murah (Guo et al., 2010).

Penelitian ini memanfaatkan citra satelit temporal yang tersedia pada perangkat lunak Google Earth Pro. Hasil diinterpretasikan secara visual untuk mengidentifikasi lahan terbangun terutama bangunan rumah yang akan dipetakan sebarannya sehingga bisa memprediksi pertumbuhan penduduk. Penelitian ini difokuskan pada Kelurahan Rangkapanjaya Baru. Kelurahan Rangkapanjaya Baru merupakan titik ujung dari Tol Depok Antasari dan berada di Kota Depok yang memiliki fungsi sebagai area permukiman bagi pekerja yang bekerja di Jakarta, hal ini telah memberikan dampak yang signifikan terhadap pola pergerakan penduduk harian serta pengembangan infrastruktur transportasi dan jalan raya

(Kementerian PUPR BPIW, 2018). Kemudian hasil dari prediksi tersebut akan dibandingkan dengan data pertumbuhan penduduk yang bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS).

Penelitian ini memiliki urgensi yang tinggi mengingat kebutuhan mendesak untuk memahami dan mengelola perubahan penggunaan lahan yang terjadi seiring dengan pesatnya pembangunan infrastruktur di Indonesia. Peningkatan pembangunan infrastruktur, khususnya jalan tol yang telah tercatat meningkat signifikan selama periode 2014-2022 sebagai bagian dari Program Strategis Nasional (PSN), menuntut pemahaman yang lebih dalam tentang dinamika perubahan lahan dan dampaknya terhadap pola permukiman serta ekonomi lokal (Badan Pengatur Jalan Tol, 2023).

Dengan fokus pada Kelurahan Rangkapanjaya Baru, yang merupakan area terpengaruh langsung oleh pembangunan jalan tol Depok - Antasari, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji sebaran lahan permukiman dan memprediksi pertumbuhan penduduk. Hasil prediksi ini akan menjadi penting untuk perencanaan urban lebih lanjut dan pengambilan kebijakan yang berkelanjutan untuk mengakomodasi kebutuhan penduduk yang terus bertambah, dengan tetap menjaga keseimbangan antara pembangunan infrastruktur dan pelestarian lingkungan.

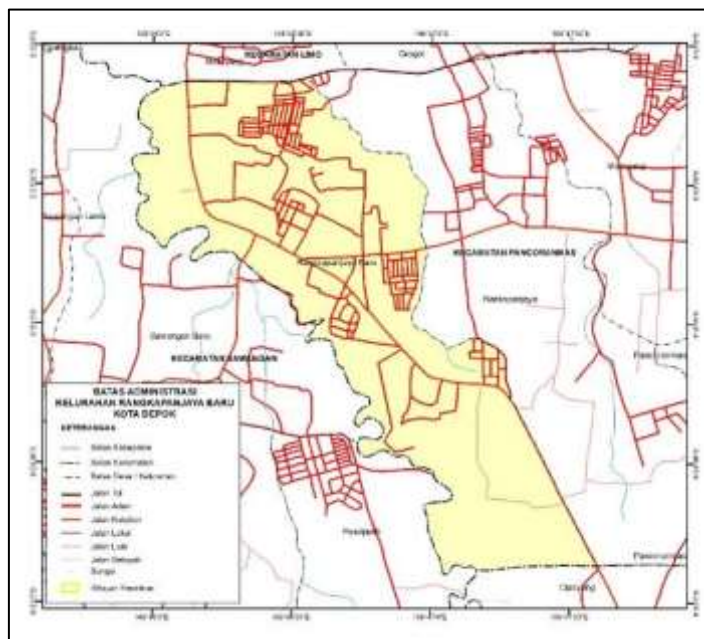
2. Metode

Wilayah Penelitian

Wilayah penelitian adalah Kelurahan Rangkapanjaya Baru, Kota

Depok, yang terdiri dari 15 Rukun Warga (RW) (Badan Pusat Statistik Kota Depok, 2023). Kelurahan tersebut berada di ujung selatan jalan Tol Desari. Wilayah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Secara administrative kelurahan Rangkapanjaya Baru di sebelah utara berbatasan dengan Kelurahan Meruyung Kecamatan Limo,

di sebelah timur berbatasan dengan Kelurahan Rangkapanjaya Kecamatan Pancoranmas, di sebelah Selatan berbatasan dengan kelurahan Cipayung Kecamatan Cipayung, dan di sebelah barat berbatasan dengan Kelurahan Sawangan Baru Kecamatan Sawangan (Gambar 1).



Gambar 1. Wilayah Penelitian (BIG, 2019)

Bahan dan Data

Data citra satelit yang digunakan bersumber dari Google Earth Pro yang dapat tersaji secara multi temporal, multi resolusi dan mudah diakses secara cepat (Eskandari et al., 2020). Data yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari citra satelit temporal yang tersedia pada perangkat lunak Google Earth Pro. Data yang digunakan adalah citra akuisisi tahun 2013 sebelum pembangunan jalan tol Desari, tahun 2018 saat proses pembebasan lahan, dan tahun 2023 saat jalan Tol Desari sudah digunakan. Deliniasi batas

wilayah administrasi Kelurahan Rangkapanjaya Baru berasal dari data digital Rupabumi Indonesia (RBI) skala 1:25.000. Dalam Penelitian ini dilakukan analisis perubahan lahan terbangun yaitu bangunan rumah dari data tahun 2013, 2018 dan tahun 2023 setelah infrastruktur jalan tol sudah digunakan (Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4).

Penggunaan Citra Google Earth menyediakan cara yang cepat dan efisien untuk mendeteksi perubahan penggunaan lahan untuk periode gambar satelit yang berbeda (Abdelaty, 2016). Keunggulan Google Earth pro

memiliki archive data citra multi resolusi yang lengkap dan secara umum bebas awan (Wibowo et al., 2016). Keunggulan tersebut dapat dimanfaatkan dalam melakukan analisis dan pemetaan cepat dengan melakukan interpretasi visual pada citra satelit yang terdapat pada Google Earth Pro. Data perekaman citra satelit nantinya akan dilakukan digitasi on screen melalui interpretasi visual bangunan rumah yang terdapat di Kelurahan Rangkapan Jaya Baru pada tahun 2013, 2018, dan 2023.



Gambar 2. Citra satelit Kelurahan Rangkapanjaya Baru tahun 2013 (Google Earth, 2013)



Gambar 3. Citra satelit Kelurahan Rangkapanjaya Baru tahun 2018 (Google Earth, 2018)



Gambar 4. Citra satelit Kelurahan Rangkapanjaya Baru tahun 2023 (Google Earth, 2023)

Pengolahan Data

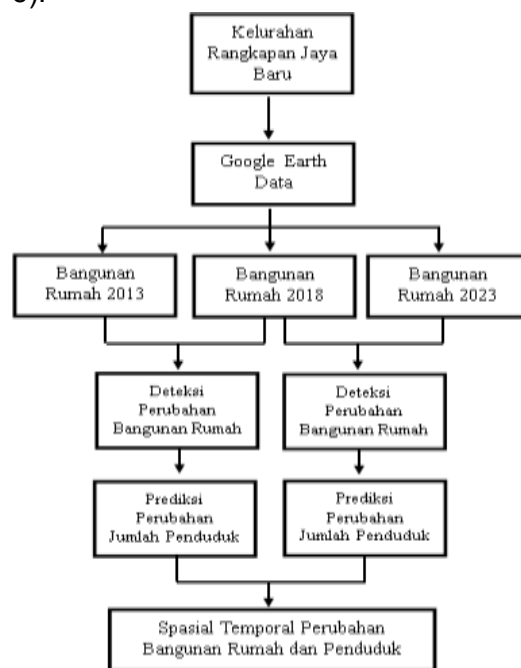
Proses identifikasi perubahan sebaran bangunan rumah dan analisis spasial-temporal dengan menggunakan data citra satelit. Dibutuhkan data citra satelit *time-series* untuk mengidentifikasi perubahan sebaran rumah dalam waktu tertentu. Dalam kajian ini akan dilihat bagaimana perubahan sebaran bangunan rumah akibat pembangunan jalan Tol Desari selama 10 tahun terakhir, maka digunakan data citra satelit tahun 2013, 2018, dan 2023. Selain identifikasi perubahan sebaran bangunan rumah, kajian ini juga melakukan prediksi perubahan jumlah penduduk di wilayah penelitian.

Hingga saat ini telah banyak satelit yang tersedia dan masih banyak pula yang akan diluncurkan untuk pemantauan permukaan bumi (Ustin & Middleton, 2021). Spesifikasi citra satelit terus berkembang dengan kemampuan yang lebih baik dalam merekam data seiring perkembangan teknologi. Satelit terkini tidak hanya mampu menyediakan data dengan resolusi spasial yang baik,

namun juga mampu menyediakan data dengan interval perekaman yang rapat sehingga banyak terdapat arsip data. Ketersediaan data citra satelit yang melimpah memungkinkan untuk dilakukan analisis spasial-temporal dengan interval waktu tertentu. Kini telah banyak penyedia data citra satelit, baik yang berbayar maupun yang menyediakan data secara gratis. Dalam penelitian ini akan menggunakan data citra satelit yang tersedia pada aplikasi Google Earth. Google Earth menyediakan basis data citra satelit hingga resolusi tinggi yang mampu mengidentifikasi bangunan serta arsip data cukup lengkap yang memungkinkan untuk dilakukan analisis spasial-temporal.

Analisis spasial - temporal dilakukan pada dinamika jumlah bangunan rumah hasil ekstraksi informasi geospasial dari data Google Earth. Ekstraksi informasi geospasial bangunan rumah dilakukan secara visual dengan menggunakan 7 kunci interpretasi. Pada area lahan terbangun kemudian secara visual dilakukan interpretasi setiap bangunan rumah yang diinterpretasikan dari ukuran bangunan, tekstur atap bangunan, rona dan warna atap, bayangan dari bangunan, situs, bentuk bangunan, dan asosiasinya terhadap lingkungan di sekitarnya. Analisis perbandingan sebaran bangunan rumah secara temporal dilakukan untuk mengetahui tren perubahannya. Sedangkan hasil perubahan jumlah bangunan dari tahun yang telah ditentukan menjadi bahan untuk memprediksi pertumbuhan populasi penduduk. Dalam melakukan estimasi jumlah penduduk digunakan pendekatan yang ada pada Peraturan

Presiden Nomor 73 Tahun 2011 tentang Pembangunan Gedung Negara yang mencantumkan standar luas rumah negara untuk golongan I dan golongan II sebesar 36 m². Merujuk pada SNI 03-1733-2004 tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan, luas bangunan 36 m² diperuntukkan untuk rumah dengan jumlah penghuni 4 jiwa. Maka dalam penelitian ini, estimasi jumlah penduduk berdasarkan asumsi 4 jiwa yang menghuni setiap 1 rumah (Gambar 5).



Gambar 5. Diagram alir penelitian

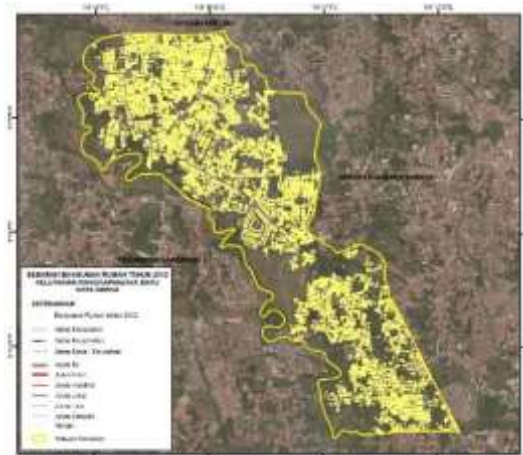
Analisis Data

Data dianalisis secara spasial, dan deskriptif. Analisis spasial dalam mengetahui jumlah dan persebaran bangunan rumah dalam rangka menentukan jumlah penduduk di Kelurahan Rangkapanjaya Baru. Dengan mengetahui kedua hal tersebut, dapat dikaitkan dengan observasi dan diskusi yang dilakukan di lapangan tentang aktivitas manusia dalam

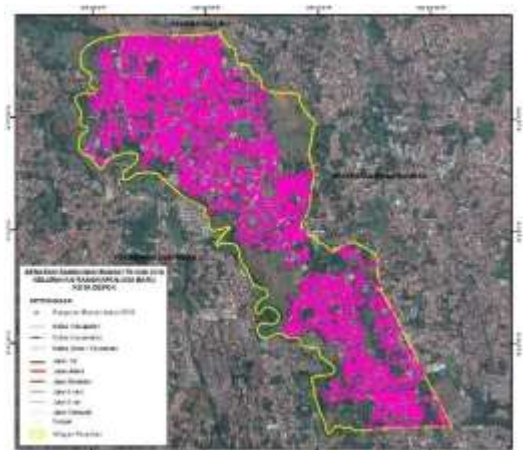
membangun infrastruktur jalan tol di wilayah penelitian dan kaitannya terhadap perubahan jumlah bangunan rumah dan perubahan jumlah penduduk. Lalu, analisis deskriptif digunakan untuk menjelaskan sebaran perubahan bangunan rumah dan hasil perhitungan perubahan jumlah bangunan rumah dan penduduk antara tahun 2013, 2018, dan 2023. Pada tahap ahir data hasil estimasi jumlah penduduk dibandingkan dengan data jumlah penduduk yang bersumber dari Badan Pusat Statistik.

3. Hasil dan Pembahasan Bangunan Rumah

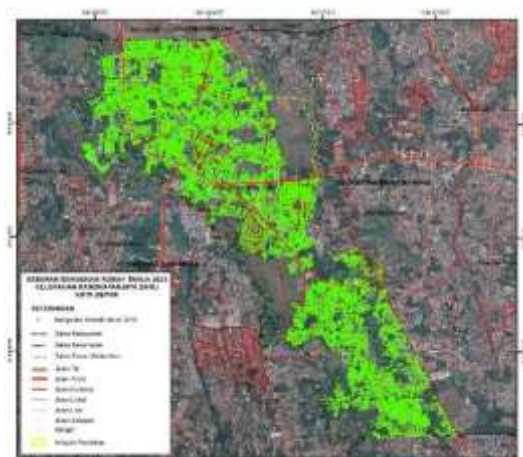
Rumah adalah bangunan yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian dan sarana pembinaan keluarga (Undang-Undang (UU) Nomor 1 Tahun 2011 Tentang Perumahan Dan Kawasan Permukiman, 2011). Dalam pengertian luas, rumah tinggal bukan hanya sebuah bangunan (structural), melainkan juga tempat kediaman yang memenuhi syarat-syarat kehidupan yang layak, dipandang dari segi kehidupan Masyarakat (Frick Heinz & Mulyani Tri Hesti, 2006). Bangunan rumah diperoleh dengan melakukan digitasi on screen langsung dari perekaman data citra satelit yang tersedia di Google Earth Pro pada setiap lokasi bangunan rumah sesuai dengan interpretasi peneliti. Proses dijitasi dilakukan dengan memperbesar area terbangun (zoom in) pada Google Earth Pro hingga seluruh bangunan rumah di Kelurahan Rangkapanjaya Baru terdigitasi dengan sempurna dan diperoleh jumlah bangunan rumah untuk setiap tahun yang diteliti.



Gambar 6. Sebaran bangunan rumah tahun 2013 (Pengolahan data, 2023)



Gambar 7. Sebaran bangunan rumah tahun 2018 (Pengolahan data, 2023)



Gambar 8. Sebaran bangunan rumah tahun 2023 (Pengolahan data, 2023)

Dari gambar 8 terlihat bahwa bangunan rumah tersebar secara merata di setiap wilayah Kelurahan Rangkapanjaya Baru. Perubahan penambahan rumah tampak terlihat di bagian utara dan bagian Selatan dari wilayah penelitian dimana pada tahun 2012 masih merupakan lahan kosong. Pada bagian tengah kelurahan dimana terletak akses keluar pintu Tol Desari menuju jalan arteri Muchtar yang melintang dari timur ke barat tidak terjadi perubahan signifikan pertumbuhan rumah. Hal ini dikarenakan pada area tersebut sebagian besar sudah merupakan wilayah terbangun.

Hasil perhitungan jumlah bangunan rumah dapat dilihat pada Tabel 1. Dapat dilihat sesuai tabel 1, jumlah bangunan rumah di Kelurahan Rangkapanjaya Baru secara total pada tahun 2013 sebanyak 38.088 bangunan, dan mengalami penambahan sebanyak 379 bangunan pada tahun 2018 tren ini juga berlanjut dan dapat dilihat pada table 1 di tahun 2023 bangunan rumah bertambah sebanyak 342 bangunan.

Tabel 1. Jumlah bangunan rumah

Kelurahan	Jumlah Bangunan		
	2013	2018	2023
Rangkapanjaya Baru	9.522	9.901	10.243

Untuk estimasi perubahan jumlah penduduk dengan asumsi satu rumah dihuni oleh empat jiwa maka dihasilkan data pertumbuhan penduduk yang dapat dilihat dari table 2 dimana pada tahun 2018 terdapat pertumbuhan penduduk sebanyak 1.516 jiwa dari tahun 2013 dan pada tahun 2023 terjadi

pertumbuhan penduduk sebanyak 1368 jiwa dari tahun 2018.

Tabel 2. Estimasi jumlah penduduk

Kelurahan	Jumlah Penduduk		
	2013	2018	2023
Rangkapanjaya Baru	38.088	39.604	40.972

Berdasarkan data di Tabel 2., kondisi populasi penduduk mengalami peningkatan setiap tahunnya. Peningkatan populasi terjadi secara temporal mengindikasikan bahwa adanya aktifitas pembangunan Jalan Tol Desari memberikan pengaruh positif pada tren pertumbuhan bangunan rumah dan populasi di Kelurahan Rangkapanjaya Baru.

Badan Pusat Statistik sebagai lembaga sensus kependudukan memiliki data jumlah penduduk Kelurahan Rangkapanjaya Baru yang ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3. Jumlah penduduk

Kelurahan	Jumlah Penduduk		
	2013	2018	2023
Rangkapanjaya Baru	35.659	35.204	38.409

Badan Pusat Statistik Kota Depok (2013, 2018, 2023)

Berdasarkan data di Tabel 3, kondisi populasi penduduk mengalami penurunan dari tahun 2013 ke tahun 2018, sedangkan dari tahun 2018 ke 2023 terjadi peningkatan. Peningkatan yang terjadi pada 5 tahun seiring dengan proses pembebasan lahan yang dilakukan untuk pembangunan hingga saat sudah beroperasinya jalan Tol Desari.

Pertumbuhan bangunan rumah dari 2013-2018 dan 2018-2023

mengalami penurunan dari 379 bangunan yang bertambah di lima tahun awal menjadi 342 bangunan pada lima tahun berikutnya. Hal ini dikarenakan semakin terbatasnya lahan terbuka yang dapat digunakan untuk permukiman di Kelurahan Rangkapanjaya Baru, Kota Depok

Penelitian sebelumnya terkait penggunaan Google Earth data telah dilakukan oleh Putri & Wibowo (Putri & Wibowo, 2023). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis karakteristik perubahan tata guna lahan spasial-temporal di area Bandara Depati Amir yang baru di Kabupaten Bangka Tengah berdasarkan Citra Google Earth pada tahun 2004, 2014, dan 2022. Hasil penelitiannya adalah jenis tata guna lahan di area Bandara Depati Amir yang baru berdasarkan Citra Google Earth dari tahun 2004 hingga 2022 dapat diidentifikasi sebagai perubahan pada bangunan, termasuk jalan, vegetasi alami, tambang timah, dan ruang terbuka. Tiga citra Bandara Depati Amir yang baru pada tahun 2004, 2014, dan 2022 berdasarkan Data Google Earth dapat mendeteksi perubahan penggunaan lahan vegetasi alam -25,30 hektar (Ha) dan tambang timah -8,62 Ha mengalami penurunan karena pembangunan bandara baru, seperti jalan +5,40 Ha, ruang terbuka +5,78 Ha, dan bangunan yang luas +22,74 Ha dengan transformasi yang signifikan antara tahun 2004 hingga 2022. Aktivitas manusia menyebabkan perubahan penggunaan lahan spasial-temporal pada pertumbuhan perkotaan. Penelitian ini menyimpulkan telah terjadi perubahan tata guna lahan yang signifikan di area Bandara Depati Amir

yang baru selama 2004-2022 yang didorong oleh pembangunan infrastruktur bandara dan aktivitas penduduk. Penelitian spasial-temporal perubahan tata guna lahan penting dilakukan untuk mendukung perencanaan wilayah yang berkelanjutan.

Penelitian perubahan penggunaan lahan dengan menggunakan Google Earth data juga dilakukan oleh Qiong Hu tahun 2013 (Hu et al., 2013). Adapun tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mengevaluasi kemampuan citra Google Earth untuk klasifikasi dan pemetaan landuse land cover dibandingkan dengan citra satelit komersial standar seperti QuickBird. Dari penelitian tersebut dihasilkan akurasi keseluruhan klasifikasi berbasis data Google Earth adalah 78,07% secara umum sedikit lebih rendah dibandingkan dengan berbasis Quickbird 81,27%. Namun tidak ada perbedaan signifikan secara statistik antara dua hasil klasifikasi tersebut berdasarkan uji Z. Ini menunjukkan potensi citra Google Earth untuk pemetaan tutupan/penggunaan lahan skala besar. Citra Google Earth memiliki kapasitas diskriminasi yang berbeda untuk berbagai jenis tutupan lahan. Akurasinya lebih tinggi untuk jenis dengan karakteristik spasial yang baik seperti geometri, bentuk, dan konteks (misal sungai dan jalan), tetapi lebih rendah untuk jenis yang membutuhkan informasi spektral tinggi (misal padang rumput dan hutan). Metode berbasis objek direkomendasikan untuk klasifikasi citra Google Earth karena dapat memanfaatkan karakteristik spasial dan mengimbangi keterbatasan informasi

spektral nya. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa citra satelit Google Earth dapat digunakan untuk pemetaan cepat akan tetapi untuk meningkatkan akurasi perlu penambahan data lain seperti DEM, melakukan perbandingan lintas-situs penerapan metode, dan mengatasi inkonsistensi data akuisisi multi-temporal, dan koreksi geometrik pada citra Google Earth.

Vigneshwaran, S. & Kumar, S.V. (2018) melakukan penelitian untuk meningkatkan akurasi ekstraksi lahan terbangun pada citra resolusi tinggi seperti Sentinel-2A. Indeks perbedaan yang dinormalisasi yang tersedia dalam literatur untuk ekstraksi area terbangun sebagian besar didasarkan pada citra resolusi sedang seperti Landsat Thematic Mapper (TM) dan TM yang disempurnakan (ETM+) dan mungkin tidak dapat diterapkan untuk citra resolusi tinggi seperti Sentinel-2A. Dalam penelitian tersebut, sebuah upaya telah dilakukan untuk mengekstrak area terbangun dari data satelit Sentinel-2A di Chennai, India dengan menggunakan *normalized difference index (NDI)* dengan kombinasi band yang berbeda. Ditemukan bahwa area terbangun dapat dibedakan dengan jelas ketika nilai indeks berkisar antara -0,29 dan -0,09 pada kombinasi band biru dan inframerah dekat (NIR). Pengeditan pasca ekstraksi menggunakan citra satelit Google juga dilakukan untuk meningkatkan hasil ekstraksi. Hasilnya menunjukkan akurasi keseluruhan sebesar 90% dan nilai Kappa sebesar 0,785. Pendekatan yang sama ketika diterapkan pada area lain juga memberikan hasil yang baik dengan akurasi keseluruhan sebesar 92% dan

nilai Kappa sebesar 0,83. Karena pendekatan yang diusulkan mudah dipahami, memberikan hasil yang akurat dan hanya membutuhkan data sumber terbuka, pendekatan yang sama dapat digunakan untuk mengekstraksi area terbangun dengan menggunakan citra satelit Sentinel-2A dan Google (Vigneshwaran & Kumar, 2018).

Sejauh ini, data citra satelit Google Earth belum pernah ditemukan atau ada laporan terkait penggunaannya untuk perhitungan pertumbuhan bangunan dan estimasi populasi. Maka dari itu, dengan spesifikasi resolusi spasial yang tergolong tinggi, keunggulan temporalnya, produk datanya yang minim terjadi gangguan atmosfer, dan kemudahan dalam mengkases data citra satelit Google Earth dapat memberikan keterbaruan pada pemetaan pertumbuhan bangunan rumah yang lebih detail dan digunakan untuk melakukan estimasi populasi penduduk di suatu wilayah. Tentunya dengan keterkaitan aktivitas masyarakat disekitar wilayah penelitian yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan dari faktor fisik. Akan tetapi, masih diperlukan pengecekan lapangan dan pengambilan sampel rumah terhadap jumlah penghuninya karena setiap wilayah memiliki karakteristik jumlah penghuni yang berbeda-beda dan hal tersebut juga sejauh ini hanya dapat diterapkan pada penggunaan lahan yang bersifat statis.

4. Penutup

Citra satelit resolusi tinggi dapat dengan mudah didapatkan pada perangkat lunak Google Earth Pro. Citra satelit yang tersedia pada perangkat lunak Google Earth Pro secara langsung

dapat digunakan untuk mengidentifikasi penggunaan lahan dan perubahannya secara temporal. Berdasarkan analisis citra visual dapat diidentifikasi adanya perubahan lahan terbangun pada 3 periode 2013, 2018, dan 2023. Perubahan lahan terbangun terutama bangunan rumah dapat dengan mudah diinterpretasikan secara visual karena citra satelit pada perangkat lunak Google Earth Pro. Jumlah bangunan rumah dari sebelum adanya pembangunan Jalan Tol Desari sampai setelah beroperasinya jalan tol tersebut mengalami penambahan yang signifikan sebanyak 721 bangunan dalam 10 tahun terakhir dengan estimasi pertumbuhan penduduk sebanyak 2884 jiwa. Dibandingkan dengan data Kecamatan Pancoranmas dalam angka yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa adanya perubahan jumlah penduduk dari periode tahun yang diamati. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan, dimana penggunaan data spasial sebagai pendekatan untuk menganalisis pertumbuhan jumlah penduduk dapat digunakan yang berkorelasi dengan pertumbuhan bangunan rumah di wilayah penelitian. Pada masa yang akan datang, diperlukan langkah-langkah untuk meningkatkan akurasi geometrik pada data citra satelit Google Earth. Koreksi geometrik perlu dilakukan untuk penelitian lebih lanjut yang menyangkut perhitungan jarak dan luasan untuk meningkatkan akurasi dari proses ekstraksi informasi spasial. Hasil koreksi geometrik dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi prediksi jumlah penduduk, dengan melakukan klasifikasi rumah berdasarkan luas

bangunan karena Peraturan Presiden Nomor 73 Tahun 2011 hanya digunakan untuk estimasi penduduk yang tinggal pada rumah golongan I dan golongan II dengan luas bangunan 36m². Perlu dilakukan inspeksi langsung dan pengambilan sampel dari rumah-rumah untuk menilai jumlah penghuni di setiap rumah, karena setiap daerah memiliki karakteristik tersendiri dalam hal jumlah penghuni per rumah. Sejalan ini, metode ini hanya efektif untuk tipe penggunaan lahan yang tidak berubah-ubah

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Indonesia, khususnya untuk Program Studi Magister Ilmu Geografi yang sudah mendukung secara penuh dalam aspek akademis. Penelitian ini tidak didanai oleh sumber pendanaan eksternal atau bersumber dari pribadi penulis pertama.

Daftar Pustaka

- Abdelaty, E. (2016). *Land use change detection and prediction using high spatial resolution Google Earth imagery and GIS techniques: a study on El-Beheira Governorate, Egypt*.
<https://doi.org/10.1117/12.2239898>
- Ariani, R. D. (2012). *Tekanan penduduk terhadap lahan pertanian dikawasan pertanian (Kasus kecamatan Minggir da Moyudan)*. Universitas Gadjah Mada.
- Badan Pengatur Jalan Tol. (2020). *Dukung Konektivitas Kawasan Metropolitan Jabodetabek, Tol Desari Seksi li Brigif - Sawangan Dibuka*. *Bpjt.Pu.Go.Id*.

- Badan Pengatur Jalan Tol. (2023, November 15). *Sewindu Proyek Strategis Nasional, 5 Jalan Tol Psn Telah Selesai Konstruksinya*.
- Badan Pusat Statistik Kota Depok. (2018). *Kecamatan Pancoran Mas Dalam Angka 2018*. <https://depokkota.bps.go.id/publication/2014/11/13/fecb163feafcbcd9d550bc3c/kecamatan-pancoran-mas-dalam-angka-2013.html>. <https://depokkota.bps.go.id/publication/2018/09/26/7c0fdae43939a6b17fa94cae/kecamatan-pancoran-mas-dalam-angka-2018.html>
- Badan Pusat Statistik Kota Depok. (2023). *Kecamatan Pancoran Mas Dalam Angka 2023*. <https://depokkota.bps.go.id/publication/2014/11/13/fecb163feafcbcd9d550bc3c/kecamatan-pancoran-mas-dalam-angka-2013.html>. <https://depokkota.bps.go.id/publication/2023/09/26/f09c06a358289bc9aef72c2a/kecamatan-pancoran-mas-dalam-angka-2023.html>
- Clark, M. L., Aide, T. M., Grau, H. R., & Riner, G. (2010). A scalable approach to mapping annual land cover at 250 m using MODIS time series data: A case study in the Dry Chaco ecoregion of South America. *Remote Sensing of Environment*, 114(11), 2816–2832. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rse.2010.07.001>
- Djangu Awidano, Rondonuwu Dwight M, & Sela Rieneke L. (2017). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Di Kawasan Tepi Danau Galela Kabupaten Halmahera Utara. *Spasial*, 4(3).
- Duro, D. C., Franklin, S. E., & Dubé, M. G. (2012). A comparison of pixel-based and object-based image analysis with selected machine learning algorithms for the classification of agricultural landscapes using SPOT-5 HRG imagery. *Remote Sensing of Environment*, 118, 259–272. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.11.020>
- Eskandari, S., Reza Jaafari, M., Oliva, P., Ghorbanzadeh, O., & Blaschke, T. (2020). Mapping Land Cover and Tree Canopy Cover in Zagros Forests of Iran: Application of Sentinel-2, Google Earth, and Field Data. *Remote Sensing*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/rs12121912>
- Fawzi, N. I. (2016). *Mangrove: Karakteristik, Pemetaan, dan Pengelolaannya*.
- Frick Heinz, & Mulyani Tri Hesti. (2006). *Arsitektur ekologis: konsep arsitektur ekologis pada iklim tropis, penghijauan dan kota ekologis, serta energi terbarukan*. Penerbit Kanisius.
- Guo, J., Liang, L., & Gong, P. (2010). Removing shadows from Google Earth images. *International Journal of Remote Sensing*, 31(6), 1379–1389. <https://doi.org/10.1080/01431160903475316>
- Hu, Q., Wu, W., Xia, T., Yu, Q., Yang, P., Li, Z., & Song, Q. (2013). Exploring the Use of Google Earth Imagery and Object-Based Methods in Land Use/Cover Mapping. *Remote Sensing*, 5(11), 6026–6042. <https://doi.org/10.3390/rs5116026>
- Kaimaris, D., Georgoula, O., Patias, P., & Stylianidis, E. (2011). Comparative analysis on the archaeological content of imagery

- from Google Earth. *Journal of Cultural Heritage*, 12(3), 263–269. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.culher.2010.12.007>
- Kecamatan Pancoran Mas Dalam Angka 2013 (2014).
- Manalu, L., & Harsono, M. (2023). Jejak Pemikiran Strategik pada Pembangunan Jalan Tol Trans Jawa dan Trans Sumatera. *Public Policy; Jurnal Aplikasi Kebijakan Publik Dan Bisnis*, 4(1). <https://doi.org/10.51135/PublicPolicy.v4.i1.p282-300>
- Munibah, K. (2008). *Model spasial perubahan penggunaan lahan dan arahan penggunaan lahan berwawasan lingkungan (studi kasus DAS Cidanau, Provinsi Banten)*. IPB (Bogor Agricultural University).
- Kementerian PUPR BPIW. (2018). *Buletin Badan Pengembangan Infrastruktur Wilayah • Edisi 26/Februari 2018*.
- Putri, N., & Wibowo, A. (2023). Spatial-Temporal Land Use Change in Depati Amir Airport Based on Google Earth Imagery. *Journal of Community Based Environmental Engineering and Management*, 7, 61–66. <https://doi.org/10.23969/jcbeem.v7i2.7905>
- Undang-Undang (UU) Nomor 1 Tahun 2011 Tentang Perumahan Dan Kawasan Permukiman, Pub. L. No. 01/2011 (2011).
- Ustin, S. L., & Middleton, E. M. (2021). Current and near-term advances in Earth observation for ecological applications. *Ecological Processes*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s13717-020-00255-4>
- Vaiphasa, C., Skidmore, A. K., & de Boer, W. F. (2006). A post-classifier for mangrove mapping using ecological data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 61(1), 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2006.05.005>
- Vigneshwaran, S., & Kumar, S. (2018). Extraction Of Built-Up Area Using High Resolution Sentinel-2a And Google Satellite Imagery. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-4/W9, 165–169. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W9-165-2018>
- Wibowo, A., Salleh, K. O., Frans, F. Th. 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), 12031. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/47/1/012031>
- Yu, L., & Gong, P. (2012). Google Earth as a virtual globe tool for Earth science applications at the global scale: progress and perspectives. *International Journal of Remote Sensing*, 33(12), 3966–3986. <https://doi.org/10.1080/01431161.2011.636081>