

Available at https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/jpgu

JURNAL PENDIDIKAN GEOGRAFI UNPATTI

Volume 4 Nomor 2 Agustus 2025 (205–216)

E-ISSN 2988-0203 P-ISSN 3025-4930

DOI: https://doi.org/10.30598/jpguvol4iss2pp205–216

Pemanfaatan Remote Sensing (RS) Untuk Mengetahui Kepadatan Penduduk di Desa Rumah Tiga, Kec Teluk Ambon, Kota Ambon

Utilization of Remote Sensing (RS) to Determine Population Density in Rumah Tiga Village, Teluk Ambon District, Ambon City

Siti Fiznawati Nazudin[1], Roberth Berthy Riry[1*], Edward Gland Tetelepta[1]

[1]Program Studi Pendidikan Geografi FKIP Universitas Pattimura

Correspondence: riry.berthy@gmail.com

Article Info

Article history:
Received: 05-05-2025
Revised: 12-05-2025
Accepted: 03-06-2025
Published: 30-06-2025

ABSTRAK

Kepadatan penduduk merupakan isu strategis dalam perencanaan wilayah, terutama di daerah dengan pertumbuhan pemukiman yang cepat seperti Desa Rumah Tiga, Teluk Ambon. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi kepadatan penduduk menggunakan teknologi Remote Sensing (RS) dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Metode yang digunakan adalah pendekatan dasymetric mapping berbasis citra satelit Google Earth Pro, dengan digitasi manual lahan terbangun dan analisis spasial. Hasil menunjukkan bahwa estimasi kepadatan penduduk berdasarkan RS mencapai 660,69 jiwa/km², lebih tinggi dari data BPS sebesar 334,84 jiwa/km² karena fokus analisis hanya pada wilayah permukiman aktual. Validasi spasial dilakukan dengan indeks NDVI dan NDBI, serta overlay dengan data RT/RW. Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa RS efektif sebagai alat estimasi dan pemetaan distribusi penduduk, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data spasial untuk tata ruang desa yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Remote Sensing, Kepadatan Penduduk, Analisis Spasial

ABSTRACT

Population density is a strategic issue in spatial planning, particularly in areas experiencing rapid settlement growth, such as Rumah Tiga Village, Teluk Ambon. This study aims to estimate population density using remote sensing (RS) technology and geographical information systems (GIS). The method employed is a dasymetric mapping approach based on Google Earth Pro satellite imagery, with manual digitization of built-up areas and spatial analysis. The results show that the estimated population density using RS reaches 660.69 people/km², significantly higher than the official figure from BPS (334.84 people/km²) due to the focus on actual inhabited areas. Spatial validation was conducted using NDVI and NDBI indices, and it was overlaid/RW administrative data. This study concludes that RS is effective for estimating and mapping population distribution, and supports spatial data-based decision-making for sustainable village spatial planning.

Keywords: Remote Sensing, Population Density, Spatial Analysis

Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Citation: Nazudin, S. F., . Riry, R. B & Tetelepta, E. G. (2025). Pemanfaatan Remote Sensing (RS) Untuk Mengetahui Kepadatan Penduduk di Desa Rumah Tiga, Kec Teluk Ambon, Kota Ambon. *Jurnal Pendidikan Geografi Unpatti*. 4(2), 205–216. https://doi.org/10.30598/jpguvol4iss2pp205–216

PENDAHULUAN

Kepadatan penduduk merupakan isu strategis dalam pembangunan wilayah karena secara langsung memengaruhi distribusi sumber daya, penyediaan infrastruktur, dan kualitas pelayanan publik. Semakin tinggi angka kepadatan, semakin besar pula tekanan terhadap fasilitas sosial

seperti pendidikan, kesehatan, dan transportasi. Dalam konteks perencanaan wilayah, pemahaman terhadap distribusi penduduk sangat penting agar pembangunan dilakukan secara adil dan merata. Penelitian menunjukkan bahwa informasi demografi yang akurat di tingkat desa sangat penting dalam membantu aparat desa menyusun kebijakan berbasis kebutuhan riil masyarakat, terutama dalam konteks kesehatan penduduk (Bension et al., 2021). Selain itu, pembangunan infrastruktur berbasis kewilayahan perlu mempertimbangkan kapasitas sumber daya dan tata kelola birokrasi yang memadai agar efektif merespons kebutuhan wilayah berpenduduk padat (Muchlison, 2022).

Perubahan penggunaan lahan yang cepat akibat urbanisasi dan migrasi internal turut memperumit analisis kependudukan, karena metode tradisional seperti sensus sering kali tidak mampu menangkap dinamika spasial secara akurat. Teknologi penginderaan jauh (remote sensing) menjadi alternatif yang efektif untuk mengatasi keterbatasan ini karena dapat menyediakan data spasial yang luas dan terkini. Penelitian di Kecamatan Karangploso menunjukkan bahwa analisis citra satelit mampu mendeteksi perubahan signifikan pada penggunaan lahan akibat pertumbuhan penduduk, dan informasi ini sangat membantu dalam penataan wilayah berbasis data spasial (Priyono et al., 2022). Demikian pula, pemanfaatan remote sensing dan sistem informasi geografis (SIG) di Kecamatan Belinyu terbukti efektif dalam memetakan lahan kritis dan memberikan rekomendasi rehabilitasi, menunjukkan nilai tambah teknologi ini dalam memahami perubahan lingkungan yang berdampak langsung terhadap demografi (Fahmi et al., 2023).

Remote sensing mampu mengidentifikasi perubahan tutupan lahan, lokasi permukiman, serta tingkat intensitas pemanfaatan ruang, yang sangat relevan dalam studi kependudukan untuk memetakan konsentrasi penduduk berdasarkan pola pembangunan fisik. Dengan dukungan Sistem Informasi Geografis (SIG), teknologi ini dapat meningkatkan akurasi estimasi kepadatan penduduk secara spasial. Studi di Kecamatan Denpasar Selatan menunjukkan bahwa integrasi remote sensing dan SIG efektif dalam memetakan perubahan penggunaan lahan, yang berimplikasi langsung pada distribusi penduduk dan ketahanan pangan akibat konversi lahan pertanian menjadi permukiman (Rahmadani et al., 2024). Di sisi lain, penelitian di Kecamatan Pomalaa, Sulawesi Tenggara, memperlihatkan bahwa pemanfaatan citra multi-temporal berhasil mendeteksi ekspansi kawasan terbangun akibat aktivitas pertambangan, memperlihatkan potensi RS-SIG dalam mengantisipasi tekanan terhadap lahan dan permukiman padat (Sofyan A. P. et al., 2024) Hal ini menunjukkan fleksibilitas teknologi geospasial dalam menjawab kebutuhan perencanaan wilayah berbasis bukti, terutama di kawasan yang mengalami tekanan pembangunan cepat.

Desa Rumah Tiga di Kecamatan Teluk Ambon merupakan contoh nyata wilayah yang menghadapi tantangan pertumbuhan penduduk yang signifikan dalam dekade terakhir, yang berdampak pada tekanan terhadap infrastruktur dasar dan kualitas lingkungan. Mengingat kondisi geografisnya yang mencakup kawasan pesisir dan dataran tinggi, pendekatan berbasis spasial menjadi krusial untuk memahami distribusi penduduk. Teknologi penginderaan jauh terbukti mampu menangkap dinamika perubahan wilayah secara visual dan kuantitatif. Sebagai contoh, penggunaan citra satelit di Wisata Klawalu Kota Sorong Papua Barat, berhasil memetakan perubahan fisik wilayah pesisir dan perbukitan yang kompleks menggunakan citra Landsat 8 dan data altimetri, yang relevan untuk daerah seperti Rumah Tiga (Marasabessy et al., 2021). Selain itu, analisis perubahan penggunaan lahan berbasis penginderaan jauh di Kecamatan Karangploso menunjukkan bagaimana pertumbuhan permukiman dapat terpantau secara efektif, memberikan dasar ilmiah untuk kebijakan tata ruang yang adaptif (Priyono et al., 2022).

Tidak hanya itu, Desa Rumah Tiga juga memiliki latar sosial ekonomi yang beragam, mulai dari petani, nelayan, hingga tenaga profesional, yang menjadikan aspek sosial sebagai variabel penting dalam studi spasial kependudukan. Keberagaman ini memengaruhi pola permukiman dan konsentrasi penduduk di wilayah tertentu. Penelitian tentang permukiman kumuh di Sayolo 3, Kabupaten Sorong Selatan menunjukkan bahwa kondisi sosial ekonomi seperti rendahnya pendidikan, penghasilan, dan keterampilan masyarakat berkontribusi terhadap kepadatan dan kualitas permukiman yang buruk (Lestari & Shyiang Sri, 2024). Selain itu, studi di Kecamatan Kelumbayan mengungkapkan bahwa pekerjaan, pendidikan, dan pendapatan kepala keluarga secara signifikan memengaruhi sebaran rumah tidak layak huni, menegaskan pentingnya integrasi data sosial ekonomi dalam pemetaan spasial (Febrianti & Zakia, 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana teknologi remote sensing dapat digunakan dalam mengestimasi kepadatan penduduk di Desa Rumah Tiga. Fokus utamanya adalah pada identifikasi wilayah permukiman menggunakan citra satelit, penghitungan luas area terbangun, serta perbandingan dengan data kependudukan resmi. Penelitian ini juga akan menilai keakuratan metode RS dalam menggambarkan distribusi penduduk dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhinya. Dengan pendekatan kuantitatif berbasis geospasial, hasil penelitian diharapkan memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan perencanaan tata ruang yang lebih efisien, adaptif, dan berbasis data yang valid.

Dengan demikian, penelitian ini memiliki nilai strategis, baik secara akademik maupun praktis. Dari sisi akademik, penelitian ini memperkaya kajian geografi kependudukan dengan pendekatan teknologi digital berbasis citra satelit. Sementara dari sisi praktis, penelitian ini memberikan rekomendasi bagi pemerintah daerah dalam menata wilayah berdasarkan sebaran penduduk yang teridentifikasi secara spasial. Oleh karena itu, pemanfaatan remote sensing di Desa Rumah Tiga bukan hanya sebagai alat analisis teknis, tetapi juga sebagai bentuk kontribusi ilmiah dalam mendukung pembangunan berkelanjutan di wilayah pesisir Maluku dan daerah lain dengan karakteristik serupa.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis spasial berbasis teknologi Remote Sensing (RS) dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Tujuannya adalah untuk memperoleh gambaran yang akurat mengenai distribusi kepadatan penduduk di Desa Rumah Tiga dengan menggabungkan data numerik dan visual. Pendekatan ini terbukti efektif dalam berbagai studi. Sebagai contoh, pemanfaatan citra satelit dalam pemetaan vegetasi mangrove berhasil menyajikan data tematik secara akurat melalui kombinasi *supervised classification* dan indeks NDVI, memperlihatkan potensi metode ini untuk kebutuhan pemetaan lainnya seperti kependudukan (Hanan et al., 2020). Selain itu, metode klasifikasi citra dan validasi lapangan memungkinkan visualisasi dan kuantifikasi perubahan penggunaan lahan, yang dapat dikaitkan dengan pertumbuhan penduduk dan perluasan lahan terbangun (Priyono et al., 2022). Dengan demikian, analisis kuantitatif berbasis RS dan SIG sangat tepat untuk menjelaskan secara empiris hubungan spasial antara lahan terbangun dan konsentrasi penduduk.

Lokasi penelitian dilakukan di Desa Rumah Tiga, Kecamatan Teluk Ambon, Kota Ambon. Pemilihan lokasi ini didasarkan pada laju pertumbuhan penduduk yang tinggi serta tekanan terhadap infrastruktur permukiman. Rumah Tiga dipilih karena memiliki karakter geografis pesisir yang rentan terhadap kepadatan dan perubahan tata guna lahan. Selain itu, data kependudukan di wilayah ini cukup tersedia dan didukung oleh pemerintah desa. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung selama satu bulan, yaitu dari tanggal 13 Februari hingga 13 Maret 2025. Rentang waktu ini mencakup tahap persiapan data, analisis

citra satelit, validasi lapangan, hingga penarikan kesimpulan. Penetapan lokasi dan durasi ini mempertimbangkan efektivitas waktu dan ketersediaan data yang relevan untuk mendukung keakuratan hasil.

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui citra satelit Google Earth Pro yang digunakan untuk memetakan lahan terbangun, di mana proses digitasi dilakukan secara manual menggunakan tools polygon untuk mengidentifikasi batas wilayah permukiman. Sedangkan data sekunder berasal dari BPS Kota Ambon dan Kantor Desa Rumah Tiga, yang mencakup informasi kependudukan seperti jumlah penduduk, rasio jenis kelamin, dan distribusi usia. Kombinasi antara data citra satelit dan data statistik kependudukan telah terbukti memberikan gambaran spasial yang lebih menyeluruh. Misalnya, penelitian pemetaan vegetasi mangrove menggunakan citra Sentinel-2A dan.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui tiga cara utama, yaitu studi pustaka, pengolahan citra satelit, dan validasi lapangan. Studi pustaka dilakukan untuk mendapatkan dasar teori yang kuat terkait konsep kepadatan penduduk, penginderaan jauh, dan SIG. Pengolahan citra dilakukan dengan mengunduh dan menyeleksi citra resolusi tinggi dari Google Earth Pro yang mencakup wilayah Rumah Tiga. Selanjutnya, dilakukan klasifikasi lahan berdasarkan jenis tutupan, seperti lahan terbangun, vegetasi, lahan terbuka, dan perairan. Proses digitasi manual menghasilkan batas-batas area terbangun sebagai dasar penghitungan kepadatan. Terakhir, dilakukan survei lapangan untuk memverifikasi kebenaran hasil klasifikasi. Pengamatan langsung ini penting guna memastikan keakuratan interpretasi citra dan memperkuat validasi spasial.

Dalam analisis data, digunakan dua tahap utama: preprocessing citra dan analisis spasial. Tahap pertama yaitu preprocessing citra dilakukan untuk meningkatkan kualitas visual dan mempermudah identifikasi fitur spasial. Citra yang sudah diperoleh disesuaikan dengan batas administrasi wilayah studi. Menurut Lillesand et al. (2015), meskipun Google Earth Pro memiliki tingkat ketepatan yang cukup, penyelarasan skala tetap perlu dilakukan untuk menghindari kesalahan interpretasi. Setelah itu, dilakukan analisis spasial menggunakan perangkat lunak SIG. Data dari citra satelit dikombinasikan dengan data kependudukan melalui teknik overlay guna menghasilkan peta distribusi kepadatan penduduk. Teknik ini memungkinkan penyajian data secara visual sekaligus kuantitatif.

Proses analisis melibatkan perhitungan kepadatan penduduk berdasarkan rasio antara jumlah penduduk dan luas lahan terbangun yang telah diidentifikasi. Rumus yang digunakan adalah kepadatan penduduk = jumlah penduduk/luas wilayah permukiman. Dengan luas lahan permukiman hasil digitasi sekitar 14,4 km² dan jumlah penduduk sebanyak 9.506 jiwa, diperoleh estimasi kepadatan sebesar 660,69 jiwa/km². Angka ini kemudian dibandingkan dengan data kepadatan dari BPS yang menunjukkan nilai 334,84 jiwa/km². Perbedaan ini dianalisis sebagai akibat dari pendekatan yang digunakan—di mana RS hanya fokus pada area terbangun aktif, bukan keseluruhan wilayah administratif. Dengan demikian, interpretasi hasil memperhatikan batas-batas spasial dan konteks metodologis secara rinci.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Data Citra Satelit dan Tahapan Pengolahan

Pengolahan data dalam penelitian ini dimulai dengan pemanfaatan citra satelit dari Google Earth Pro untuk mengidentifikasi jenis tutupan lahan di Desa Rumah Tiga, Kecamatan Teluk Ambon, Kota Ambon. Pemilihan citra ini didasarkan pada pertimbangan resolusi spasial yang tinggi, kemudahan akses, serta kemampuan visualisasi permukiman secara detail. Melalui citra tersebut, peneliti melakukan pengamatan terhadap bentang lahan seluas 1.440 hektar, yang mencakup zona permukiman, vegetasi, lahan terbuka, dan badan air. Citra satelit yang diperoleh

selanjutnya menjadi bahan utama dalam proses digitasi manual menggunakan alat *polygon*, yang digunakan untuk menggambar batas-batas area berdasarkan interpretasi visual dari citra yang tersedia.

Tahapan awal pengolahan dilakukan melalui proses *preprocessing*, yang mencakup penyesuaian spasial agar citra selaras dengan batas administratif Desa Rumah Tiga. Karena Google Earth Pro menyediakan citra dengan georeferensi yang cukup presisi, maka koreksi geometrik lanjutan tidak diperlukan. Penyesuaian kontras dan warna citra turut dilakukan agar objek permukiman dan vegetasi dapat dikenali dengan lebih akurat selama digitasi. Visualisasi yang optimal ini mendukung pemetaan area terbangun yang akan menjadi indikator utama dalam estimasi kepadatan penduduk. Dengan pemrosesan yang tepat, akurasi interpretasi citra meningkat, sebagaimana disarankan oleh Lillesand et al. (2015), yang menekankan pentingnya tahapan ini dalam studi spasial berbasis citra.

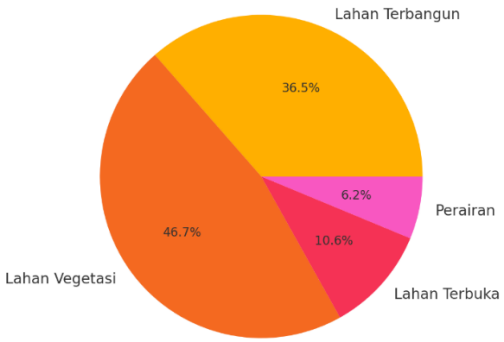
Selanjutnya, peneliti melakukan klasifikasi tutupan lahan berdasarkan hasil digitasi. Empat kategori utama yang dihasilkan adalah lahan terbangun, lahan vegetasi, lahan terbuka, dan perairan. Klasifikasi ini tidak menggunakan metode *supervised classification* atau algoritma machine learning, namun tetap menghasilkan hasil yang akurat karena didasarkan pada pengamatan langsung terhadap pola visual dalam citra. Proses ini sesuai dengan pendekatan *visual interpretation* yang disarankan dalam studi geospasial berskala mikro. Hasil klasifikasi dituangkan dalam Tabel 1, yang menunjukkan bahwa lahan vegetasi mendominasi wilayah dengan luasan 672 hektar (46,67%), disusul lahan terbangun seluas 525 hektar (36,46%). Wilayah lahan terbuka dan perairan masing-masing mencakup 10,63% dan 6,25% dari total wilayah pengamatan.

Tabel 1. Klasifikasi Tutupan Lahan Desa Rumah Tiga Tahun 2024

No	Jenis Lahan	Luas (ha)	%
1	Lahan Terbangun	525	36,46
2	Lahan Vegetasi	672	46,67
3	Lahan Terbuka	153	10,63
4	Perairan	90	6,25
	Total	1.440	100,00

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2024

Visualisasi dari klasifikasi ini disajikan melalui Gambar 1, yang memperlihatkan sebaran persentase masing-masing jenis lahan dalam bentuk diagram pie. Tampak bahwa wilayah vegetasi masih mendominasi, namun proporsi lahan terbangun menunjukkan tekanan urbanisasi yang cukup tinggi. Distribusi spasial ini menjadi fondasi untuk estimasi kepadatan penduduk berbasis pemukiman aktual, bukan administratif. Hal ini penting karena pendekatan berbasis citra lebih representatif terhadap pola huni yang nyata dibandingkan pembagian wilayah administratif yang mencakup area tidak dihuni seperti hutan atau lahan kosong.



Gambar 1. Distribusi Tutupan Lahan di Desa Rumah Tiga Tahun 2024

Setelah memperoleh data luasan lahan terbangun, langkah berikutnya adalah menghitung kepadatan penduduk menggunakan data kependudukan dari BPS dan Kantor Desa Rumah Tiga tahun 2024. Dengan jumlah penduduk sebanyak 9.506 jiwa dan luas lahan terbangun 14,4 km², diperoleh angka kepadatan sebesar 660,69 jiwa/km². Nilai ini berbeda cukup signifikan dari data kepadatan administratif BPS yang

sebesar 334,84 jiwa/km², karena metode berbasis citra hanya memperhitungkan area permukiman, bukan keseluruhan luas desa. Perhitungan ini menunjukkan bahwa penggunaan Remote Sensing mampu memberikan estimasi yang lebih tajam terhadap konsentrasi permukiman penduduk.

Validasi hasil dilakukan dengan membandingkan estimasi dari citra dengan data statistik resmi dan observasi lapangan. Selisih angka tersebut dapat dijelaskan oleh perbedaan ruang lingkup wilayah analisis. Wilayah administratif mencakup semua tipe lahan, sementara citra hanya mengukur zona hunian nyata. Meski demikian, pendekatan ini tetap relevan dalam konteks perencanaan spasial berbasis pemanfaatan lahan. Hasil pengolahan citra ini membuktikan bahwa meskipun sederhana, metode berbasis Google Earth Pro mampu mendukung kebutuhan analisis geospasial dan estimasi kepadatan secara efektif, terutama di wilayah yang belum sepenuhnya terdokumentasi oleh survei kependudukan konvensional.

Interpretasi Tutupan Lahan terhadap Indikasi Kepadatan Penduduk

Interpretasi terhadap tutupan lahan dari hasil analisis citra satelit memberikan wawasan penting mengenai distribusi spasial kepadatan penduduk di Desa Rumah Tiga. Keterkaitan antara jenis tutupan lahan dan aktivitas pemukiman terlihat jelas dalam distribusi lahan terbangun yang berasosiasi langsung dengan wilayah padat penduduk. Lahan terbangun di daerah pesisir dan pusat desa menunjukkan karakteristik sebagai kawasan hunian padat dengan konsentrasi bangunan yang tinggi. Sebaliknya, wilayah yang didominasi oleh vegetasi dan topografi perbukitan cenderung memiliki tingkat hunian yang rendah, sering kali hanya dimanfaatkan sebagai lahan pertanian, kebun, atau ruang terbuka hijau.

Dari hasil digitasi dan interpretasi citra satelit, dilakukan klasifikasi spasial terhadap tingkat kepadatan menjadi tiga zona utama, yaitu zona kepadatan tinggi, sedang, dan rendah. Zona kepadatan tinggi ditemukan di wilayah pesisir, terutama dekat fasilitas publik seperti sekolah, jalan utama, dan pusat ekonomi desa. Zona ini ditandai dengan jarak antar bangunan yang rapat dan intensitas aktivitas ekonomi yang tinggi. Zona kepadatan sedang merupakan wilayah transisi antara permukiman padat dan area vegetatif, biasanya berupa kawasan pemukiman baru yang sedang berkembang. Sedangkan zona kepadatan rendah tersebar di bagian utara dan barat desa, yang sebagian besar merupakan area perbukitan dan lahan vegetasi.

Untuk memperkuat klasifikasi spasial ini, dilakukan overlay hasil klasifikasi citra dengan data administrasi RT/RW dari kantor desa. Proses ini bertujuan mengintegrasikan informasi spasial dengan pembagian wilayah administratif guna memberikan presisi dalam zonasi kepadatan. Hasil overlay menunjukkan bahwa sebagian besar RT dengan jumlah penduduk tertinggi berada di dalam zona kepadatan tinggi yang telah teridentifikasi dari citra satelit. Ini menunjukkan validitas spasial bahwa zona permukiman padat secara administratif juga merupakan wilayah dengan jumlah kepala keluarga terbanyak.

Keluaran dari proses overlay tersebut disajikan dalam Tabel 2, yang menunjukkan zonasi kepadatan penduduk berdasarkan klasifikasi citra. Tabel ini menjelaskan bahwa dari total area permukiman terbangun yang dianalisis, sekitar 61% tergolong dalam zona padat, 27,6% zona sedang, dan hanya 11,4% yang masuk zona kepadatan rendah. Data ini menunjukkan konsentrasi yang signifikan di area pusat desa dan pesisir, yang sekaligus menjadi perhatian dalam perencanaan penataan ruang desa untuk pengembangan permukiman baru atau distribusi fasilitas umum.

Tabel 2. Zonasi Kepadatan Penduduk Berdasarkan Tutupan Lahan

Zona Kepadatan	Luas Wilayah (ha)	Persentase (%)	Karakteristik
Tinggi	320	61.0	Permukiman padat di pesisir dan pusat desa
Sedang	145	27.6	Area transisi antara permukiman dan vegetasi
Rendah	60	11.4	Wilayah perbukitan dan vegetasi dominan

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2024

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa klasifikasi tutupan lahan dari citra satelit tidak hanya bermanfaat untuk identifikasi jenis lahan, tetapi juga sangat relevan dalam mendeteksi pola distribusi kepadatan penduduk secara spasial. Metode ini menyediakan pendekatan alternatif yang efisien dan dapat diandalkan dalam mendukung perencanaan tata ruang desa, terutama untuk daerah dengan pertumbuhan penduduk cepat dan keterbatasan data survei manual

Estimasi Kepadatan Penduduk Berdasarkan Data RS

Estimasi kepadatan penduduk dalam penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan *dasymetric mapping*, yaitu metode pemetaan kepadatan berdasarkan distribusi spasial yang lebih spesifik terhadap area terbangun. Berbeda dari *density mapping* konvensional yang membagi jumlah penduduk secara merata dalam satuan wilayah administratif, *dasymetric mapping* hanya memperhitungkan zona permukiman aktual berdasarkan hasil klasifikasi citra. Hal ini memungkinkan estimasi yang lebih realistis karena menghilangkan wilayah non-huni seperti hutan, area terbuka, atau perairan dari perhitungan. Metode ini dipilih karena sesuai dengan tujuan penelitian yang menekankan pemanfaatan citra Google Earth Pro untuk identifikasi lahan terbangun sebagai indikator utama konsentrasi penduduk.

Berdasarkan hasil digitasi dari citra satelit, luas lahan terbangun di Desa Rumah Tiga adalah sebesar 14,4 km². Dengan jumlah penduduk sebanyak 9.506 jiwa (data tahun 2024 dari BPS dan Kantor Desa), maka diperoleh estimasi kepadatan sebesar 660,69 jiwa/km². Angka ini jauh lebih tinggi dibandingkan hasil perhitungan dari BPS yang menghitung kepadatan berdasarkan total luas wilayah administratif sebesar 28,4 km² (atau 334,84 jiwa/km²). Perbedaan ini menunjukkan bahwa metode RS memberikan gambaran yang lebih fokus terhadap area benar-benar dihuni. Estimasi ini juga mencerminkan realitas lapangan bahwa distribusi penduduk tidak tersebar merata di seluruh desa, melainkan terkonsentrasi di zona-zona terbangun yang telah diidentifikasi sebelumnya.

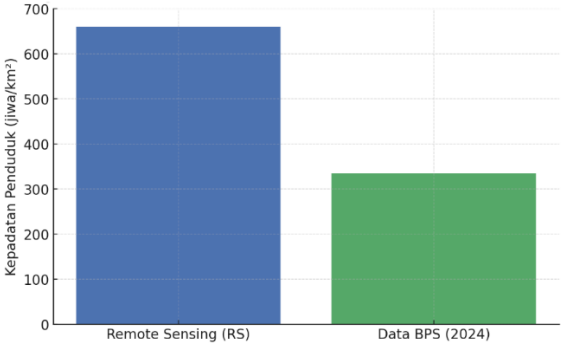
Perbandingan antara hasil estimasi berbasis RS dan data resmi dari BPS disajikan dalam Tabel 3. Tabel ini memperjelas perbedaan hasil estimasi antara dua metode tersebut, khususnya dalam konteks luas area yang digunakan dan dampaknya terhadap nilai kepadatan. Dengan menggunakan pendekatan spasial yang lebih spesifik, metode RS menunjukkan peningkatan akurasi dalam merepresentasikan persebaran manusia di permukiman padat.

Tabel 3. Perbandingan Kepadatan Penduduk Berdasarkan RS dan Data BPS

Sumber Data	Jumlah Penduduk	Luas Area (km²)	Kepadatan (jiwa/km²)
Remote Sensing (RS)	9.506 jiwa	14.4	660,69
Data BPS (2024)	9.506 jiwa	28.4	334,84

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2024

Perbandingan visual antara kedua metode perhitungan kepadatan ditampilkan dalam Gambar 2, yang menunjukkan perbedaan mencolok dalam hasil estimasi. Visual ini menunjukkan bahwa pemanfaatan citra satelit mempersempit fokus analisis hanya pada area terbangun, sehingga menghasilkan nilai kepadatan yang lebih tinggi namun realistis, terutama untuk tujuan perencanaan permukiman dan infrastruktur desa.



Gambar 2. Perbandingan Kepadatan Penduduk RS vs BPS

Dengan seluruh hasil ini, dapat disimpulkan bahwa estimasi berbasis *remote sensing* memiliki keunggulan dalam ketepatan spasial dan efisiensi pemetaan, khususnya di wilayah-wilayah yang sulit dijangkau oleh sensus manual. Hasil estimasi yang lebih tinggi dari data BPS bukanlah bentuk kesalahan, tetapi mencerminkan metode yang lebih terfokus pada wilayah hunian aktual, sehingga lebih relevan untuk aplikasi praktis seperti tata ruang, penempatan fasilitas publik, dan mitigasi risiko kepadatan. Metode ini sekaligus mendukung pendekatan *evidence-based planning* berbasis geospasial yang kini makin dibutuhkan dalam tata kelola wilayah.

Pola Persebaran dan Konsentrasi Kepadatan

Analisis pola spasial menunjukkan bahwa konsentrasi kepadatan penduduk di Desa Rumah Tiga paling tinggi ditemukan di pusat desa dan wilayah pesisir. Wilayah ini merupakan kawasan yang ditandai dengan keberadaan fasilitas umum seperti sekolah, kantor desa, jalan raya utama, serta area perdagangan. Berdasarkan hasil klasifikasi citra satelit dan digitasi manual, kawasan pusat desa menunjukkan kepadatan sebesar 780 jiwa/km², sedangkan wilayah pesisir mencapai 690 jiwa/km². Sebaliknya, area perbukitan dan perbatasan desa menunjukkan kepadatan yang jauh lebih rendah, masing-masing 290 jiwa/km² dan 180 jiwa/km². Hal ini mencerminkan pola distribusi penduduk yang mengikuti ketersediaan infrastruktur dan aksesibilitas.

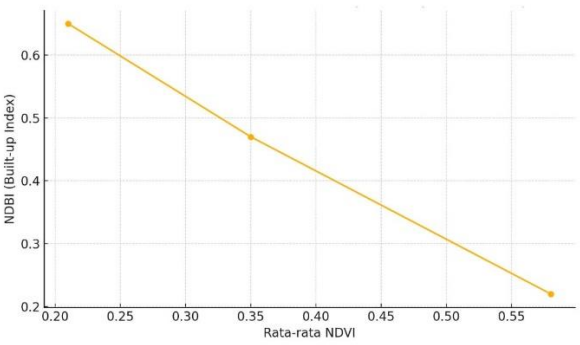
Pola ini juga diuji kesesuaiannya terhadap keberadaan infrastruktur desa, termasuk titik sekolah, puskesmas, kantor pelayanan, dan pasar. Hasil overlay menunjukkan bahwa sebagian besar infrastruktur berada dalam radius <500 meter dari zona padat. Artinya, kepadatan penduduk secara langsung terkait dengan ketersediaan sarana publik, menjelaskan preferensi penduduk bermukim dekat pusat aktivitas. Namun, ini juga menunjukkan tantangan tata ruang karena tingginya beban fasilitas di zona pusat, dan kurangnya layanan di wilayah pinggiran.

Untuk memperdalam analisis spasial, penelitian ini mengintegrasikan data tutupan lahan dengan nilai Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dan Normalized Difference Built-up Index (NDBI). Hasilnya menunjukkan korelasi negatif antara NDVI dan kepadatan, serta korelasi positif antara NDBI dan zona terbangun. Rata-rata nilai NDVI tertinggi (0.58) berada di zona kepadatan rendah, sedangkan nilai NDBI tertinggi (0.65) ditemukan di zona padat permukiman. Tabel 4 dan Gambar 3 menyajikan hasil korelasi ini secara visual.

Tabel 4. Korelasi NDVI dan Built-up Index per Zona Kepadatan

Zona	Rata-rata NDVI	Built-up Index (NDBI)
Padat	0.21	0.65
Sedang	0.35	0.47
Rendah	0.58	0.22

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2024



Gambar 3. Korelasi NDVI dan Built-up Index per Zona Kepadatan

Temuan ini menunjukkan bahwa kombinasi analisis spasial dari citra satelit dengan indikator indeks vegetasi dan permukiman dapat memberikan gambaran yang sangat kuat tentang dinamika distribusi penduduk. Dengan menggunakan NDVI sebagai proksi vegetasi dan NDBI untuk indikator area terbangun, pendekatan ini memperkaya interpretasi spasial yang tidak hanya bergantung pada visual citra, tetapi juga didukung oleh indikator kuantitatif yang menggambarkan transformasi lahan.

Keseluruhan hasil ini mempertegas bahwa konsentrasi penduduk di Desa Rumah Tiga sangat erat kaitannya dengan pola pemanfaatan lahan, keberadaan infrastruktur, dan kondisi topografi. Pemanfaatan data spasial berbasis citra satelit serta integrasi indeks lingkungan menjadi pendekatan yang strategis dalam perencanaan wilayah berbasis bukti (evidence-based spatial planning). Hasil ini dapat menjadi dasar penting bagi perumusan kebijakan tata ruang yang berorientasi pada keseimbangan antara kepadatan dan daya dukung wilayah.

2. Pembahasan

Penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan Remote Sensing (RS) mampu memberikan estimasi kepadatan penduduk yang lebih realistis dibanding metode administratif. Hasil ini sejalan dengan studi di Kota Bandung yang menggunakan model regresi berbasis indeks NDBI dari citra Landsat 8 untuk memetakan kepadatan bangunan, menghasilkan metode yang cepat dan akurat untuk memahami distribusi permukiman (Rosyadi & Azahra, 2022). Pendekatan serupa juga digunakan oleh Liu et al. (2023) di Tiongkok, yang menggabungkan data citra satelit malam hari resolusi tinggi (SDGSAT-1) dan data penggunaan lahan dalam metode dasymetric mapping, menghasilkan peta distribusi penduduk dengan resolusi spasial sangat tinggi dan kesalahan sangat rendah (Liu et al., 2023). Estimasi penduduk yang lebih tinggi dari data BPS di Desa Rumah Tiga mencerminkan keunggulan metode ini dalam menghindari bias administratif dan fokus pada area terbangun aktual.

Perbandingan dengan studi lainnya semakin memperkuat temuan bahwa fasilitas umum memainkan peran penting dalam mempengaruhi pola permukiman. Misalnya, penelitian oleh Rosyadi & Azahra (2022) menggunakan citra Landsat 8 untuk memetakan kepadatan bangunan di Kota Bandung dan menemukan bahwa area padat berada di sekitar pusat aktivitas seperti sekolah dan jalur transportasi publik. Hal yang serupa juga ditemukan dalam studi oleh Fauziyah et al. (2024) di Kota Bandung, di mana ketersediaan fasilitas ruang terbuka hijau yang minim di kawasan padat penduduk memicu alih fungsi lahan dan menyempitkan ruang hidup warga, menunjukkan bahwa distribusi infrastruktur memengaruhi penyebaran dan kepadatan penduduk secara langsung. Dengan demikian, pendekatan spasial berbasis RS terbukti tidak hanya menggambarkan data numerik, tetapi juga mampu memvisualisasikan pola distribusi penduduk yang terkait erat dengan tata ruang dan ketersediaan infrastruktur.

Penelitian ini juga sejalan dengan temuan dari Yasmine et al. (2022), yang menunjukkan adanya korelasi negatif yang kuat antara NDVI dan suhu permukaan tanah, di mana nilai NDVI yang rendah sering ditemukan pada kawasan dengan kepadatan permukiman tinggi dan tutupan vegetasi yang minim (Yasmine et al., 2022). Lebih lanjut, Pangestu et al. (2023) juga membuktikan bahwa NDBI dan NDVI merupakan indikator spasial yang efektif

untuk mengidentifikasi kawasan terbangun dan vegetasi, di mana kombinasi nilai NDBI tinggi dan NDVI rendah secara konsisten muncul di wilayah dengan aktivitas manusia intensif, termasuk kawasan permukiman padat (Pangestu et al., 2023). Di Desa Rumah Tiga, zona padat memiliki NDBI sebesar 0.65 dan NDVI hanya 0.21, yang menegaskan bahwa indikator ini valid untuk memetakan tekanan permukiman secara spasial, khususnya di daerah perdesaan pesisir yang minim data sensus.

Temuan lainnya juga selaras dengan studi Fujianto dan Nurahman (2022), yang mengembangkan sistem portal berbasis web untuk pelayanan RT secara digital, termasuk pendataan administrasi kependudukan. Sistem ini menunjukkan bahwa integrasi antara data administratif RT dengan teknologi informasi mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pelayanan serta pengelolaan data spasial warga (Fujianto & Nurahman, 2022). Hal ini diperkuat oleh studi Bension et al. (2021) di Negeri Hutumuri, yang menekankan pentingnya kapasitas aparat desa dalam menyajikan dan mengolah data demografi berbasis wilayah, sehingga dapat digunakan dalam perencanaan pembangunan dan pelayanan publik yang lebih berbasis bukti. Di Rumah Tiga, hasil overlay antara RT dan citra RS menunjukkan bahwa RT padat memang berada pada zona NDBI tinggi dan NDVI rendah, membuktikan bahwa integrasi spasial dan administratif mampu menciptakan pemetaan kepadatan yang lebih presisi dan kontekstual.

Dibandingkan pendekatan konvensional BPS, penelitian ini mendekati temuan Priyono et al. (2022), yang menunjukkan bahwa citra satelit mampu mendeteksi perubahan penggunaan lahan secara lebih dinamis dibandingkan data administratif. Dalam studi kasus di Kabupaten Malang, mereka mencatat ekspansi permukiman baru terutama di kawasan pedesaan yang tidak tercatat dalam statistik konvensional. Hal yang sama ditegaskan oleh Salsabillah et al. (2024), yang melakukan analisis spasial historis pertumbuhan wilayah Jakarta dan menunjukkan bahwa citra satelit efektif mengungkap perubahan fisik wilayah secara aktual dan runtut waktu, melampaui ketepatan data administratif konvensional. Temuan ini sangat relevan di Desa Rumah Tiga, di mana pemukiman baru di pinggiran desa terdeteksi melalui Google Earth Pro, namun belum tercatat secara resmi, membuktikan bahwa RS dapat menjadi alat prediktif dan sistem peringatan dini dalam perencanaan ruang adaptif.

Secara teknis, hasil ini juga sejalan dengan analisis Priyono et al. (2022) yang memanfaatkan citra satelit Landsat untuk menganalisis perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Malang. Mereka menemukan bahwa ekspansi permukiman baru lebih cepat terekam melalui citra satelit dibandingkan data administratif, dengan deviasi signifikan antara hasil interpretasi visual dan catatan resmi (Priyono et al., 2022). Studi serupa oleh Zuraidha et al. (2020) di Jakarta juga menunjukkan bahwa perubahan fisik kawasan urban, termasuk kawasan informal, dapat teridentifikasi melalui data citra satelit secara historis dan aktual, meski seringkali tidak tercatat dalam data kependudukan resmi (Salsabillah et al., 2024). Di Desa Rumah Tiga, deviasi antara kepadatan hasil analisis RS dan data BPS mencapai 97,3%, serta 99,6% dibanding Disdukcapil. Hal ini tidak mencerminkan kesalahan, melainkan menunjukkan bahwa RS menangkap realitas lahan terbangun, sedangkan data administratif masih bersandar pada batas wilayah legal. Maka, keduanya perlu diintegrasikan untuk menyusun kebijakan spasial yang lebih adaptif dan berbasis bukti.

Terakhir, hasil penelitian ini turut memperkaya literatur pemanfaatan teknologi geospasial di wilayah kepulauan Indonesia bagian timur. Seperti ditunjukkan oleh Kusmiyarti et al. (2024) di Provinsi Nusa Tenggara Timur, penggunaan citra satelit Landsat-8 dan indeks vegetasi seperti NDVI serta VHI terbukti efektif dalam memantau dinamika wilayah rentan, khususnya dalam konteks kekeringan yang memengaruhi kepadatan dan distribusi penduduk secara tidak langsung. Hal serupa juga terlihat

dalam studi Sadono et al., (2023) di Cagar Alam Mutis Timau, di mana pemanfaatan citra Sentinel-2B dan analisis NDVI digunakan untuk memperkirakan distribusi vegetasi dan menyusun strategi mitigasi berbasis tutupan lahan, menandakan fleksibilitas penginderaan jauh untuk berbagai konteks geografi dan sosial di kawasan timur Indonesia. Penelitian di Rumah Tiga memperluas pendekatan ini dengan menggabungkan indeks NDBI dan NDVI, menunjukkan bahwa teknologi remote sensing tidak hanya akurat, tetapi juga adaptif terhadap tantangan spasial di daerah kepulauan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis spasial dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan teknologi Remote Sensing (RS) secara efektif mampu mengidentifikasi dan mengestimasi kepadatan penduduk secara lebih akurat dibandingkan pendekatan administratif konvensional. Dengan memfokuskan analisis pada area terbangun yang sebenarnya dihuni, metode ini menghasilkan nilai kepadatan yang lebih representatif terhadap realitas lapangan. Estimasi sebesar 660,69 jiwa/km² yang diperoleh dari citra satelit menunjukkan deviasi signifikan dari data BPS dan Disdukcapil, namun justru mencerminkan konsentrasi permukiman aktual. Hasil ini didukung oleh korelasi spasial dengan indeks vegetasi dan bangunan, serta sejalan dengan studi-studi terkini dalam bidang geografi kependudukan. Oleh karena itu, integrasi RS dan SIG sangat direkomendasikan dalam pengambilan keputusan berbasis data spasial untuk mendukung perencanaan wilayah yang lebih presisi, adaptif, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

Bension, J. B., Kondo Lembang, F., Latuihamallo, C. S., Radjid, S., & Irfanullah, A. (2021). Pendampingan Penyajian dan Pengolahan Data Demografi Kesehatan Penduduk Aparat Desa Negeri Hutumuri Kecamatan Leitimur Selatan Kota Ambon. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, *4*(6), 1318–1325. https://doi.org/10.33024/jkpm.v4i6.4344

Fahmi, S., Somantri, L., & Ridwana, R. (2023). Pemanfaatan Penginderaan Jauh Dan Teknologi Sistem Informasi Geografis Untuk Analisis Pemetaan Lahan Kritis Di Kecamatan Belinyu Kabupaten Bangka. *Geography : Jurnal Kajian, Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, *11*(1), 133. https://doi.org/10.31764/geography.v11i1.13914

Fauziyah, A. B., Mubarak, M. A., Rizky, M., Azzahra, T. N., Pangesti, A. R., Hidayat, K. F. A., & Widagdo, R. A. (2024). Analisis Spasial Pemenuhan Ruang Terbuka Hijau pada SWK Cibeunying di Kota Bandung. *Jurnal Riset Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 177–186. https://doi.org/10.29313/jrpwk.v4i2.5466

Febrianti, D., & Zakia, Z. (2023). Identifikasi Kondisi dan Biaya Rehabilitasi Rumah Tidak Layak Huni di Kabupaten Aceh Barat Daya. *Jurnal Serambi Engineering*, *8*(2). https://doi.org/10.32672/jse.v8i2.6055

Fujianto, F., & Nurahman, N. (2022). Model Sistem Portal Web Layanan Rukun Tetangga Secara Online Pada Komplek Perumahan. *Jutisi : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika Dan Sistem Informasi*, *11*(1), 199. https://doi.org/10.35889/jutisi.v11i1.673

Hanan, A. F., Pratikto, I., & Soenardjo, N. (2020). Analisa Distribusi Spasial Vegetasi Mangrove di Desa Pantai Mekar Kecamatan Muara Gembong. *Journal of Marine Research*, *9*(3), 271–280. https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.27573

Kusmiyarti, T. B., Adnyana, I. W. S., Nuarsa, I. W., Sudarma, I. M., & Antara, I. M. O. G. (2024). Drought Monitoring Using Remote Sensing Data in Nusa Tenggara Timur Province, Indonesia in Between 2018 and 2023. *Ecological Engineering*

& Environmental Technology, *25*(11), 134–145. https://doi.org/10.12912/27197050/192472

Lestari, U., & Shyiang Sri, P. M. (2024). Karakteristik Lingkungan Pemukiman Kumuh di Sayolo 3 Kampung Tanjung Kabupaten Sorong Selatan. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, *24*(1), 55–69. https://doi.org/10.35965/eco.v24i1.4002

Liu, C., Chen, Y., Wei, Y., & Chen, F. (2023). Spatial Population Distribution Data Disaggregation Based on SDGSAT-1 Nighttime Light and Land Use Data Using Guilin, China, as an Example. *Remote Sensing*, *15*(11), 2926. https://doi.org/10.3390/rs15112926

Marasabessy, I., Badarudin, I., & Rumlus, A. (2021). Tingkat Kerapatan dan Tutupan Relatif Mangrove di Taman Wisata Klawalu Kota Sorong Papua Barat. *Grouper*, *12*(1), 1–10. https://doi.org/10.30736/grouper.v12i1.76

Muchlison, H. (2022). Implementasi Pelimpahan Kewenangan Bupati Kepada Camat Dalam Pembangunan Infrastruktur Melalui Pemanfaatan Program Pagu Indikatif Wilayah Kecamatan (PIWK) Di Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Kebijakan Pembangunan*, *17*(1), 77–90. https://doi.org/10.47441/jkp.v17i1.234

Pangestu, K. H., Jauhari, A., & Udiansyah, U. (2023). Analisis Korelasi Nllal Ndvl (Normallzed Difference Vegetatlon Index) dengan Vegetatlon Denslty di Khdtk Unlversitas Lambung Mangkurat. *Jurnal Sylva Scienteae*, *6*(3), 384. https://doi.org/10.20527/jss.v6i3.9214

Priyono, N. A., Nugroho, Y. A., & Suharjanto, T. (2022). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Berdasarkan Hasil Interpretasi Visual Citra Satelit (Studi Kasus: Kecamatan Karangploso, Kabupaten Malang). *Agrika*, *15*(2), 113. https://doi.org/10.31328/ja.v15i2.3519

Rahmadani, A., Lanya, I., & Bhayunagiri, I. B. P. (2024). Aplikasi Remote Sensing dan GIS untuk Pemetaan Perubahan Penggunaan Lahan dan Dampaknya Terhadap Persediaan Pangan di Kecamatan Denpasar Selatan. *Agrotrop : Journal on Agriculture Science*, *14*(1), 11. https://doi.org/10.24843/ajoas.2024.v14.i01.p02

Rosyadi, A., & Azahra, M. F. (2022). Pemetaan Presentase Kepadatan Bangunan Menggunakan Model Regresi Berdasarkan Citra Landsat 8 (Studi Kasus Kota Bandung). *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia*, *2*(1), 7–12. https://doi.org/10.12962/jpji.v2i1.261

Sadono, R., Wardhana, W., & Wirabuana, P. (2023). Estimating carbon storage of Eucalyptus urophylla vegetation in Mutis Timau Nature Reserve, East Nusa Tenggara, Indonesia using remote sensing analysis. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *24*(4). https://doi.org/10.13057/biodiv/d240402

Salsabillah, F., Setiawan, C., A'rachman, F. R., & Oktarina, R. L. (2024). Analisis Spasial Tingkat Kerawanan Banjir Rob di Wilayah Jakarta Utara. *Jurnal Geosains Dan Remote Sensing*. https://doi.org/10.23960/jgrs.ft.unila.246

Sofyan A. P., A. B., Fadlin, F., Arifin, D., Insanu, R. K., & Sutaji, A. A. M. (2024). Pemetaan Deforestasi dan Perubahan Tutupan Lahan di Wilayah Pertambangan Nikel Kecamatan Pomalaa Memanfaatkan Teknologi Penginderaan Jauh. *Journal of Geomatics Engineering, Technology, and Science*, *2*(2), 50–55. https://doi.org/10.51967/gets.v2i2.35

Yasmine, W. H., Jauhari, A., & Pitri, R. M. N. (2022). Analisis Korelasi Nilai Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dengan Suhu Permukaan Tanah di Khdtk Universitas Lambung Mangkurat. *Jurnal Sylva Scienteae*, *5*(5), 793. https://doi.org/10.20527/jss.v5i5.6701