P-ISSN : 2580-4316
E-ISSN : 2654-8054
https://doi.org/10.37817/ikraith-informatika.v11i2

Analisis Pengaruh Resolusi Spasial terhadap Akurasi Klasifikasi

Dendy Pranata Napitupulu[1] , Rikardo H Siahaan[2] , Ir. Piala Mutiara[3]

[1]Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains dan Teknologi T.D. Pardede, Medan

E-mail: dendi.pranata2016@gmail.com[1] , ricardoricardo3010@gmail.com[2] , pialamutiara78@gmail.com[3]

ABSTRAK

Penelitian ini menganalisis pengaruh resolusi spasial terhadap akurasi klasifikasi tutupan lahan menggunakan citra penginderaan jauh. Data yang digunakan berupa citra Landsat-8 dan Sentinel-2 sebagai data sekunder serta titik koordinat ground check hasil survei lapangan sebagai data primer. Citra Landsat-8 beresolusi 30 m di-resampling menjadi 60 m dan 120 m menggunakan bilinear interpolation. Selanjutnya, citra diklasifikasikan dengan metode Maximum Likelihood ke dalam lima kelas, yaitu air, hutan, lahan pertanian, pemukiman, dan lahan terbuka/kosong. Evaluasi menggunakan confusion matrix, Overall Accuracy (OA), dan Koefisien Kappa. Hasil menunjukkan OA 88,2% dan Kappa 0,845 pada 30 m; OA 76,5% dan Kappa 0,690 pada 60 m; serta OA 58,3% dan Kappa 0,475 pada 120 m. Regresi linear menghasilkan persamaan OA = 102.4 – 0,358X, R^2 = 0,962, dan signifikansi 0,009 < 0,05. Temuan ini menunjukkan bahwa resolusi semakin kasar menurunkan akurasi karena memperbesar peluang mixed pixel dan mengaburkan batas antarkelas.

Kata kunci: resolusi spasial; klasifikasi citra; tutupan lahan; Maximum Likelihood; Overall Accuracy; mixed pixel.

ABSTRACT

This study analyzes the effect of spatial resolution on land-cover classification accuracy using remote-sensing imagery. Landsat-8 and Sentinel-2 imagery were used as secondary data, while ground-check coordinate points collected in the field served as primary reference data. The 30-m Landsat-8 imagery was resampled to 60 m and 120 m using bilinear interpolation and classified using Maximum Likelihood into five classes: water, forest, agricultural land, settlements, and open/vacant land. The results were 88.2% Overall Accuracy and 0.845 Kappa at 30 m, 76.5% and 0.690 at 60 m, and 58.3% and 0.475 at 120 m. Linear regression produced OA = 102.4 – 0.358X, R^2 = 0.962, and a significance value of 0.009 < 0.05. Coarser resolution reduces accuracy by increasing mixed-pixel occurrence and blurring class boundaries.

Keyword: spatial resolution; image classification; land cover; Maximum Likelihood; Overall Accuracy; mixed pixel

1. PENDAHULUAN

Penginderaan jauh memungkinkan permukaan bumi diamati secara spasial dan temporal melalui citra satelit. Data tersebut banyak digunakan untuk pemantauan perubahan lahan, pengelolaan sumber daya alam, pertanian, dan penanggulangan bencana. Salah satu proses penting dalam pengolahan citra adalah klasifikasi tutupan lahan, yaitu pengelompokan piksel ke dalam kelas seperti air, hutan, pertanian, pemukiman, dan lahan terbuka.

Resolusi spasial menunjukkan ukuran area permukaan bumi yang direpresentasikan oleh satu piksel. Nilai meter yang lebih kecil menunjukkan resolusi lebih tinggi dan kemampuan merekam detail yang lebih baik. Sebaliknya, piksel yang lebih besar dapat menghilangkan objek kecil dan meningkatkan kemungkinan satu piksel berisi beberapa jenis tutupan lahan. Kondisi tersebut disebut mixed pixel dan dapat menurunkan ketepatan pemisahan kelas.

Penurunan akurasi tidak hanya ditentukan oleh algoritma klasifikasi, tetapi juga oleh kesesuaian skala piksel dengan ukuran dan heterogenitas objek. Wilayah perkotaan dan wilayah dengan tutupan lahan terfragmentasi cenderung lebih sensitif terhadap perubahan resolusi dibandingkan wilayah yang homogen. Oleh karena itu,

P-ISSN : 2580-4316
E-ISSN : 2654-8054 https://doi.org/10.37817/ikraith-informatika.v11i2

penelitian ini membandingkan hasil klasifikasi pada resolusi 30 m, 60 m, dan 120 m menggunakan metode Maximum Likelihood yang sama.

Tujuan penelitian adalah mengukur perubahan OA dan Kappa akibat perubahan resolusi, menentukan resolusi dengan akurasi tertinggi, serta menjelaskan mekanisme mixed pixel yang menyebabkan perbedaan hasil klasifikasi. Hipotesis penelitian menyatakan bahwa semakin kasar resolusi spasial, semakin rendah akurasi klasifikasi tutupan lahan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada Mei–Agustus 2026 dengan wilayah kajian di Sumatera Utara, terutama kawasan Medan dan Deli Serdang serta wilayah yang memiliki keragaman tutupan lahan. Skripsi menyebutkan karakteristik wilayah berupa hutan, pertanian, perkebunan, pemukiman, lahan terbuka, dan badan air. Variasi tersebut dipilih agar pengaruh perubahan ukuran piksel dapat diamati pada kelas yang homogen maupun terfragmentasi.

Data primer berupa 50 titik koordinat ground check yang dikumpulkan menggunakan GPS dan digunakan sebagai data referensi. Data sekunder terdiri atas citra Sentinel-2 beresolusi 10 m, citra Landsat-8 beresolusi asli 30 m, dan Peta Rupa Bumi Indonesia sebagai data pendukung batas administrasi. Pengolahan dilakukan menggunakan perangkat lunak QGIS/ArcGIS dan ENVI, sedangkan analisis regresi dilakukan dengan perangkat lunak pengolah statistik.

Tahap pengolahan meliputi persiapan data, koreksi dan pemeriksaan geometrik, pemotongan citra sesuai wilayah kajian, resampling citra 30 m menjadi 60 m dan 120 m dengan bilinear interpolation, pembuatan sampel latih, klasifikasi, dan uji akurasi. Sampel latih terdiri atas lima kelas tutupan lahan dengan sekurang-kurangnya 50 piksel per kelas. ROI yang sama digunakan pada tiga resolusi dengan penyesuaian ukuran.

Metode Maximum Likelihood menghitung parameter statistik setiap kelas melalui vektor rata-rata dan matriks kovarians. Piksel kemudian ditempatkan pada kelas dengan probabilitas tertinggi menggunakan threshold probabilitas 0,95. Perbandingan dilakukan secara konsisten agar perubahan nilai akurasi terutama merefleksikan perubahan resolusi spasial.

Overall Accuracy dihitung dengan persamaan OA = (jumlah piksel benar / jumlah seluruh piksel) × 100%. Hubungan antara resolusi spasial dan OA dianalisis menggunakan regresi linear sederhana dengan X sebagai resolusi dalam meter dan Y sebagai OA.

Alur penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pra-pemrosesan

Hasil pemeriksaan geometrik pada citra Landsat-8 dilaporkan memiliki RMSE kurang dari 0,5 piksel sehingga layak digunakan. Citra dipotong sesuai wilayah kajian dan disiapkan dalam format raster dengan sistem proyeksi UTM zona 48S. Tahap ini penting untuk memastikan bahwa perbedaan akurasi tidak disebabkan oleh pergeseran posisi atau ketidaksesuaian cakupan data.

Resampling dari 30 m ke 60 m dan 120 m mengurangi jumlah baris dan kolom secara kuadratik. Secara visual, citra 120 m tampak lebih kabur dan batas antar tutupan lahan menjadi kurang tegas. Pada resolusi 30 m, batas lahan pertanian, pemukiman, dan lahan terbuka relatif lebih mudah dibedakan.

3.2 Perbandingan Akurasi

Resolusi	Overall Accuracy	Koefisien Kappa	Interpretasi
30 m	88,2 %	0,845	Sangat baik
60 m	76,5 %	0,690	Baik
120 m	58,3 %	0,475	Sedang/marginal

Tabel 1. Ringkasan hasil uji akurasi klasifikasi pada tiga resolusi spasial.

Tabel 1. Ringkasan hasil uji akurasi klasifikasi pada tiga resolusi spasial.

Gambar 1. Perubahan Overall Accuracy dan Koefisien Kappa berdasarkan resolusi spasial.

Nilai tertinggi diperoleh pada resolusi 30 m, yaitu OA 88,2% dan Kappa 0,845. Ketika resolusi diturunkan menjadi 60 m, OA turun 11,7 poin persentase dan Kappa turun menjadi 0,690. Pada 120 m, OA turun menjadi 58,3% dan Kappa menjadi 0,475. Pola ini menunjukkan bahwa degradasi resolusi menghasilkan penurunan kesepakatan antara peta klasifikasi dan data referensi.

P-ISSN : 2580-4316
E-ISSN : 2654-8054
https://doi.org/10.37817/ikraith-informatika.v11i2

Analisis regresi menghasilkan persamaan OA = 102,4 – 0,358X. Koefisien determinasi R^2 = 0,962 menunjukkan bahwa 96,2% variasi OA pada data penelitian dapat dijelaskan oleh resolusi spasial. Nilai signifikansi 0,009 lebih kecil daripada 0,05, sehingga hipotesis nol ditolak. Dengan demikian, terdapat pengaruh signifikan resolusi spasial terhadap akurasi klasifikasi pada skenario penelitian ini.

Perlu dicatat bahwa model regresi dibangun dari tiga tingkat resolusi. Oleh sebab itu, persamaan tersebut sebaiknya dipahami sebagai ringkasan hubungan pada rentang 30–120 m, bukan sebagai hukum umum untuk seluruh sensor dan wilayah. Hasil juga dipengaruhi oleh metode bilinear interpolation, kualitas sampel, kelas tutupan lahan, dan karakteristik geografis wilayah kajian.

3.3 Interpretasi Mixed Pixel dan Sensitivitas Kelas

Pada resolusi 120 m satu piksel mewakili area 14.400 m^2 atau sekitar 1,44 hektare. Dalam area sebesar itu dapat terdapat kombinasi lahan pertanian, sawah, pemukiman, vegetasi, dan lahan terbuka. Sensor merekam satu nilai reflektansi yang merupakan rata-rata tertimbang dari objek-objek tersebut. Nilai rata-rata dapat menyerupai kelas lain sehingga meningkatkan misklasifikasi.

Dampak mixed pixel paling jelas terjadi pada area batas dan objek kecil. Jalan sempit, sungai kecil, kelompok bangunan, serta batas antara hutan dan lahan pertanian dapat terserap oleh objek yang dominan di sekitarnya. Akibatnya, akurasi produsen dapat menurun karena objek kelas tertentu tidak terdeteksi, sedangkan akurasi pengguna dapat menurun karena peta memberi label yang keliru pada lokasi batas.

Kelas hutan dilaporkan lebih tahan terhadap penurunan resolusi, dengan akurasi sekitar 81% pada 60 m. Sebaliknya, pemukiman paling sensitif karena memiliki variasi spektral tinggi yang berasal dari atap seng, genteng, aspal, tanah, dan vegetasi pekarangan. Akurasi pengguna pemukiman dilaporkan turun dari 84% pada 30 m menjadi 52% pada 120 m. Temuan ini konsisten dengan karakter kelas yang terfragmentasi dan heterogen.

3.4 Implikasi Praktis

Jika target OA minimum ditetapkan 80%, persamaan regresi memberikan batas teoritis X = (102,4 – 80) / 0,358 = 62,6 m. Berdasarkan tiga skenario yang diuji, resolusi sekitar 60 m masih menjadi pilihan paling kasar yang mendekati target tersebut, sedangkan 120 m tidak memenuhi target. Untuk pemetaan wilayah dengan kompleksitas serupa, citra dengan resolusi lebih kecil dari 60 m lebih disarankan ketika detail pemukiman dan batas objek menjadi prioritas.

Penggunaan resolusi 120 m tetap mungkin untuk analisis berskala regional yang menekankan pola umum, tetapi hasilnya perlu diperlakukan dengan hati-hati dan diverifikasi menggunakan data lapangan. Penelitian lanjutan dapat menguji Random Forest atau Support Vector Machine, menggunakan citra resolusi asli, serta memperluas wilayah dan jumlah titik validasi.

4. KESIMPULAN

Penelitian menunjukkan bahwa resolusi spasial berpengaruh signifikan terhadap akurasi klasifikasi tutupan lahan menggunakan Maximum Likelihood. Resolusi 30 m memberikan hasil terbaik dengan OA 88,2% dan Kappa 0,845. Pada 60 m, OA dan Kappa turun menjadi 76,5% dan 0,690, sedangkan pada 120 m turun menjadi 58,3% dan 0,475.

Hubungan resolusi dan OA bersifat negatif pada rentang yang diuji, dengan persamaan OA = 102,4 – 0,358X, R^2 = 0,962, dan p = 0,009. Penurunan akurasi terutama berkaitan dengan mixed pixel, hilangnya objek kecil, dan kaburnya batas antarkelas. Pemukiman menjadi kelas paling sensitif, sedangkan hutan relatif lebih tahan.

Untuk wilayah dengan kompleksitas tutupan lahan seperti lokasi penelitian, resolusi sekitar 60 m dapat dipandang sebagai batas praktis ketika target akurasi minimum adalah 80%. Namun, pemilihan resolusi tetap harus disesuaikan dengan tujuan pemetaan, skala objek, metode klasifikasi, dan ketersediaan data referensi.

3.5 Analisis Perubahan Representasi Piksel

Perubahan resolusi mengubah jumlah piksel yang merepresentasikan objek yang sama. Dalam skripsi, blok perkebunan seluas sekitar 900 m^2 digunakan sebagai ilustrasi: pada resolusi 30 m objek tersebut dapat direpresentasikan oleh satu piksel, sedangkan pada resolusi 10 m dapat direpresentasikan oleh sekitar sembilan piksel. Perbedaan jumlah piksel ini berpengaruh pada

P-ISSN : 2580-4316
E-ISSN : 2654-8054 https://doi.org/10.37817/ikraith-informatika.v11i2

kemampuan algoritma dalam menangkap bentuk, batas, dan variasi spektral objek.

Pada resolusi 60 m, luas satu piksel menjadi 3.600 m². Pada resolusi 120 m, luas satu piksel mencapai 14.400 m² atau sekitar 1,44 hektare. Semakin luas area yang diringkas menjadi satu piksel, semakin besar peluang terdapat lebih dari satu kelas tutupan lahan di dalamnya. Nilai spektral yang digunakan Maximum Likelihood kemudian menjadi nilai gabungan, sehingga piksel dapat memiliki kemiripan dengan beberapa kelas sekaligus.

3.6 Keterkaitan Resolusi dengan Confusion Matrix

Confusion matrix menyediakan dasar untuk menilai kesesuaian antara kelas hasil klasifikasi dan kelas referensi. Penurunan resolusi tidak hanya menurunkan Overall Accuracy, tetapi juga dapat meningkatkan kesalahan omission dan commission. Kesalahan omission terjadi ketika objek yang seharusnya termasuk suatu kelas tidak berhasil dikenali, sedangkan kesalahan commission terjadi ketika piksel dari kelas lain dimasukkan ke kelas tersebut.

Pada kelas pemukiman, variasi atap seng, genteng, aspal, tanah, dan vegetasi pekarangan menyebabkan respons spektral lebih heterogen. Ketika piksel diperbesar, komponen-komponen tersebut bercampur dan batas antara pemukiman, lahan terbuka, serta vegetasi menjadi kurang tegas. Sebaliknya, hutan yang relatif lebih homogen memiliki peluang lebih besar untuk tetap mempertahankan karakter spektralnya pada resolusi 60 m.

3.7 Konsistensi Eksperimen dan Keterbatasan

Perbandingan antarresolusi dirancang dengan menggunakan citra dasar, algoritma, sampel latih, dan data referensi yang sama. Konsistensi tersebut penting agar perubahan akurasi tidak terutama disebabkan oleh perbedaan metode. Namun, penelitian ini menggunakan tiga tingkat resolusi dan dua tingkat yang lebih kasar diperoleh melalui resampling bilinear. Oleh sebab itu, hasilnya menggambarkan pengaruh perubahan skala pada skenario penelitian, bukan perbandingan seluruh karakteristik sensor yang berbeda.

Bilinear interpolation menghasilkan nilai piksel baru dari kombinasi piksel tetangga. Metode ini menghasilkan citra yang lebih halus, tetapi dapat mengubah nilai spektral asli. Selain itu, jumlah titik ground check yang dilaporkan dalam skripsi adalah 50 titik dan distribusinya perlu dipertimbangkan ketika hasil akan digeneralisasikan ke wilayah yang lebih luas. Penggunaan data resolusi asli, jumlah sampel yang lebih besar, dan desain validasi yang terstratifikasi dapat memperkuat penelitian berikutnya.

3.8 Rekomendasi Pemilihan Resolusi

Pemilihan resolusi sebaiknya mengikuti skala objek dan tujuan pemetaan. Pemetaan pemukiman, jaringan jalan, dan objek kecil membutuhkan resolusi lebih tinggi karena batas geometrinya penting. Pemetaan hutan atau pertanian dengan hamparan luas dapat menggunakan resolusi menengah selama kelas yang dipetakan relatif homogen. Untuk analisis regional yang hanya menilai pola umum, resolusi kasar dapat dipertimbangkan, tetapi hasilnya tidak boleh langsung digunakan untuk pemetaan detail tanpa verifikasi tambahan.

Berdasarkan persamaan regresi, target OA 80% dicapai secara teoritis pada resolusi sekitar 62,6 m. Hasil pengujian memperlihatkan bahwa 60 m masih mendekati target, sedangkan 120 m berada jauh di bawahnya. Dengan demikian, rekomendasi praktis penelitian adalah menggunakan resolusi lebih kecil atau sama dengan sekitar 60 m untuk wilayah dengan kompleksitas tutupan lahan yang sebanding dengan lokasi kajian, terutama apabila pemukiman menjadi kelas penting.

Kelas tutupan lahan	Respons terhadap resolusi kasar	Penjelasan
Hutan	Relatif tahan	Hamparan lebih homogen; karakter spektral lebih stabil.
Pemukiman	Paling sensitif	Heterogenitas atap, aspal, tanah, dan vegetasi tinggi.
Air	Cenderung stabil	Badan air yang luas relatif mudah dibedakan.
Pertanian	Sedang	Dipengaruhi pola petak, fase pertumbuhan, dan batas lahan.
Lahan terbuka	Sedang–sensitif	Sering tumpang tindih secara spektral dengan

P-ISSN : 2580-4316
E-ISSN : 2654-8054
https://doi.org/10.37817/ikraith-informatika.v11i2

		pemukiman dan tanah.

Tabel 2. Interpretasi sensitivitas kelas tutupan lahan terhadap perubahan resolusi spasial.

5. KESIMPULAN

Penelitian menunjukkan bahwa resolusi spasial berpengaruh signifikan terhadap akurasi klasifikasi tutupan lahan menggunakan Maximum Likelihood. Resolusi 30 m memberikan hasil terbaik dengan OA 88,2% dan Kappa 0,845. Pada 60 m, OA dan Kappa turun menjadi 76,5% dan 0,690, sedangkan pada 120 m turun menjadi 58,3% dan 0,475.

Hubungan resolusi dan OA bersifat negatif pada rentang yang diuji, dengan persamaan OA = 102,4 – 0,358X, R^2 = 0,962, dan p = 0,009. Penurunan akurasi terutama berkaitan dengan mixed pixel, hilangnya objek kecil, dan kaburnya batas antarkelas. Untuk wilayah dengan kompleksitas tutupan lahan seperti lokasi penelitian, resolusi sekitar 60 m menjadi batas praktis ketika target akurasi minimum adalah 80%.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing, sivitas akademika Institut Sains dan Teknologi T.D. Pardede, keluarga, serta pihak-pihak yang mendukung pelaksanaan penelitian dan penyusunan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

Adam, A., dkk. (2016). Penerapan OBIA pada Citra ASTER untuk Klasifikasi Tutupan Lahan. Jurnal Penginderaan Jauh, 13(2).

Congedo, L. (2014). Semi-Automatic Classification Plugin Documentation Version 3.0.7. Roma: Sapienza University.

Congalton, R. G., & Green, K. (2019). Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices (3rd ed.). Boca Raton: CRC Press.

Dewi, R. S., & Siregar, V. P. (2019). Pengaruh Resolusi Spasial terhadap Akurasi Klasifikasi Tutupan Lahan di Wilayah Jabodetabek. Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital.

Dwiputra, A., dkk. (2016). Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh untuk Pemodelan Biofisik Lahan. Majalah Geografi Indonesia.

Etufirka, M., & Darmawan, S. (2026). Analisis Perubahan Luas dan Arah Ekspansi Perkebunan Kelapa Sawit Menggunakan Citra Landsat Berbasis Google Earth Engine (Studi Kasus: Sumatera Utara). Jurnal Serambi Engineering.

Foody, G. M. (2002). Status of land cover classification accuracy assessment. Remote Sensing of Environment.

Green, K., dkk. (2000). Accuracy assessment of land cover maps. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing.

Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2011). PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica.

Hasyim, A. W., dkk. (2021). Mixed pixel effect pada klasifikasi sawah di Bali: Studi multiresolusi. Jurnal Geografi Tropis.

UNIVERSITAS PERSADA INDONESIA Y.A.I
JAKARTA
YAYASAN ADMINISTRASI INDONESIA