

Perbandingan Parameter Segmentasi OBIA dalam Klasifikasi Tutupan Lahan

Wening Aisyah Fauziana Koman*, Asyfi'na Shofiyal Izza, Dewi Candraningtyas

Magister Teknik Geomatika, Departemen Teknik Geodesi,
Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

*Penulis Korespondensi:

email : weningaisyahfauzianakoman@mail.ugm.ac.id

Abstrak

Object Based Image Analysis (OBIA) merupakan metode klasifikasi citra yang populer karena tidak hanya bergantung pada piksel citra (pixel-based) namun juga parameter-parameter lainnya berbasis objek. Terdapat dua tahap dalam metode OBIA yaitu segmentasi dan klasifikasi. Pada tahap segmentasi, terdapat beberapa parameter yang digunakan. Pada penelitian ini dipilih tiga parameter segmentasi utama yaitu Scale (Skala), Shape (Bentuk), dan Compactness (Kekompakan) dengan nilai variasi yang berbeda-beda untuk memperoleh parameter segmentasi optimal dalam klasifikasi tutupan lahan. Dua area berbeda dengan dominansi tutupan lahan permukiman dan perairan masing-masing dilakukan percobaan menggunakan tiga parameter segmentasi OBIA yang dipilih. Hasil klasifikasi diuji akurasi menggunakan matriks konfusi untuk melihat perbandingan antar parameter dan menentukan parameter paling optimal untuk masing-masing area studi. Parameter segmentasi yang paling optimum digunakan untuk area studi yang didominasi perairan yaitu Skala 25; Bentuk 0,4; dan Kekompakan 0,3 dengan akurasi keseluruhan sebesar 76%. Sedangkan parameter segmentasi yang paling optimum untuk kawasan permukiman atau bangunan yaitu Skala 30; Bentuk 0,3; dan Kekompakan 0,5 dengan akurasi keseluruhan sebesar 77%.

Kata kunci: *Object Based Image Analysis, klasifikasi, fusi, tutupan lahan*

PENDAHULUAN

Teknologi penginderaan jauh mengalami perkembangan yang sangat pesat, terutama pada aspek meningkatnya resolusi spasial citra satelit, seperti Citra Pleiades 1A yang memiliki resolusi spasial 2 meter pada citra multispektral dan 0,5 meter pada citra pankromatik. Citra Pleiades 1A sebagai salah satu produk Citra Satelit Resolusi Tinggi (CSRT) mampu memberikan informasi spasial yang detail. Klasifikasi citra, sebagai teknik untuk ekstraksi informasi citra (seperti tutupan lahan) dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu *pixel based* dan *object based*. Pada prinsipnya klasifikasi *pixel based* melakukan klasifikasi berdasarkan pikselnya, di mana nilai spektral setiap piksel digunakan untuk melakukan klasifikasi citra resolusi menengah atau citra resolusi rendah. Sedangkan, pada CSRT klasifikasi dengan *pixel based* kurang optimal untuk digunakan. Klasifikasi pada CSRT dilakukan dengan *object based* karena resolusi yang besar sehingga secara detail objek di permukaan bumi terlihat jelas.

OBIA (*Object Based Image Analysis*) merupakan salah satu metode ekstraksi citra penginderaan jauh. Piksel yang berdekatan secara spasial dan memiliki kemiripan nilai spektral akan dikelompokkan menjadi satu kelas sehingga pendekatan OBIA yang berbasis objek dinilai lebih baik daripada klasifikasi berbasis piksel (Wibowo & Suharyadi, 2012). Proses klasifikasi dengan teknik OBIA dilakukan dengan pendekatan yang tidak hanya mempertimbangkan aspek spektral tetapi juga memperhatikan aspek spasial objek. Seperti diketahui, ekstraksi citra yang banyak digunakan adalah berbasis piksel. Namun, untuk mengetahui kondisi tutupan lahan dapat dikaitkan dengan pertumbuhan penduduk dan aktivitasnya yang akan berdampak pada perubahan tutupan lahan. Sehingga metode OBIA dianggap lebih representatif digunakan untuk ekstraksi informasi tutupan lahan (Wibowo & Suharyadi, 2012).

Klasifikasi dengan teknik OBIA dapat digunakan dengan adanya data CSRT dan metode segmentasi. Pada metode segmentasi, parameter-parameter segmentasi menjadi suatu proses yang penting. Hal ini dikarenakan penentuan parameter segmentasi akan berpengaruh terhadap hasil klasifikasi (Akçay dkk., 2018; Chen dkk, 2019; Hossain & Chen, 2019). Pemilihan parameter segmentasi yang optimal masih menjadi tantangan utama dalam klasifikasi menggunakan teknik OBIA (Hossain & Chen, 2019). Oleh karenanya, pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan parameter-parameter segmentasi terhadap dua *Area of Interest* (AOI) berbeda yang meliputi area dengan dominansi perairan dan area dengan dominansi permukiman. Kedua AOI tersebut selanjutnya dilakukan segmentasi dengan salah satu *case* memiliki parameter segmentasi yang sama. Hasil parameter segmentasi yang optimal dapat mempersingkat waktu proses klasifikasi citra berbasis objek sehingga ekstraksi informasi citra yang dilakukan lebih efisien.

CSRT Pleiades 1A pada kanal multispektral yang akan digunakan untuk klasifikasi terlebih dahulu perlu dilakukan peningkatan kualitas resolusi spasial dengan metode fusi atau *pan-sharpening*. Fusi atau *pan-sharpening* adalah sebuah teknik pengolahan citra satelit resolusi tinggi yang mana melakukan peningkatan kualitas resolusi spasial yang rendah menjadi resolusi spasial yang lebih tinggi. Fusi citra ini dilakukan untuk menajamkan resolusi spasial suatu CSRT sehingga akan mempermudah ekstraksi informasi citra. Metode *pan-sharpening* diklasifikasikan menjadi tiga kategori, yaitu substitusi komponen (CS), metode berbasis analisis multi resolusi (MRA), dan Optimasi Variasi (VO) (Mhangara dkk., 2020).

Hasil citra fusi yang telah ditingkatkan resolusi spasialnya akan mengoptimalkan ekstraksi citra berbasis objek yang akan dilakukan. *Object Based Image Analysis* (OBIA) melakukan klasifikasi berbasis objek dengan dua tahapan yaitu segmentasi dan klasifikasi (Xiaoxia dkk., 2004). Pada penelitian ini, segmentasi dilakukan dengan algoritma *multiresolution segmentation*. *Multiresolution segmentation* mengidentifikasi objek berdasarkan homogenitas relatif (homogen atau heterogen) yang mengkombinasikan kriteria bentuk (*shape*) serta nilai spektralnya (Trimble Germany GmbH, 2014). *Scale* (skala), *shape* (bentuk), dan *compactness* (kekompakan) merupakan parameter yang berpengaruh signifikan terhadap tingkat akurasi hasil segmentasi (El-naggar, 2018). *Scale* merupakan parameter yang sangat penting untuk *Multiresolution segmentation* karena

akan memberikan keuntungan pada analisis citra berbasis objek *multi-scale*, misalnya klasifikasi, ekstraksi atau deteksi perubahan (Chen dkk., 2019).

Chen dkk (2019) melakukan penelitian untuk mendapatkan parameter optimum pada *multiresolution segmentation* menggunakan data CSRT WorldView-2, WorldView-3, dan SPOT 6. Masing-masing data tersebut dilakukan perhitungan ketelitian geometri yang meliputi nilai *Quality Ratio* (QR), *Over-segmentation Ratio* (OR), *Under-segmentation Ratio* (UR), dan Euclidean Distance 1 (ED1). Parameter optimum untuk area yang didominasi lahan pertanian dan hutan yaitu 220 untuk skala, 0,4 untuk bentuk, dan 0,3 untuk kekompakan dengan nilai QR, OR, UR, dan ED1 yang dihasilkan berturut-turut sebesar 0,075; 0,011; 0,047; dan 0,034.

Selain itu El-naggar (2018) juga melakukan penelitian terkait penggunaan metode OBIA ini untuk melakukan ekstraksi bangunan dari hasil data penginderaan jauh. Pada penelitian tersebut dilakukan di Calle Velero, Madrid, Spanyol dengan menggunakan citra satelit Worldview 3 untuk menghitung parameter segmentasi terbaik yang dapat digunakan untuk melakukan ekstraksi bangunan. El-naggar (2018) melakukan serangkaian segmentasi dengan nilai parameter segmentasi yang berbeda untuk menentukan nilai ideal atau mendekati ideal. Hasil optimal yang diperoleh sebagai hasil yang optimal adalah pada *scale* 150, bentuk 0,5 dan *compactness* 0,8 (El-naggar, 2018). Hasil tersebut diyakini sebagai hasil yang akan mengarah pada strategi yang lebih terkomputerisasi segmentasi untuk ekstraksi fitur yang berkualitas tinggi. Susetyo & Basith (2021) melakukan uji coba klasifikasi dengan metode OBIA pada foto udara yang hasilnya menunjukkan bahwa nilai parameter *scale* 50; *shape* 0,9; dan *compactness* 0,3 dianggap paling tepat.

Pada penelitian ini dilakukan beberapa skenario penggunaan parameter untuk beberapa objek, sehingga pengaruh parameter segmentasi terhadap klasifikasi CSRT dapat dianalisis. Proses pelaksanaannya meliputi tahap fusi citra yaitu dengan menggabungkan Citra Satelit Pleiades Multispektral dan Pankromatik untuk memperoleh hasil citra dengan band multispektral dan resolusi spasial sesuai band pankromatik. Hasil tersebut selanjutnya akan digunakan sebagai sumber data untuk klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode OBIA dengan proses segmentasi pada kawasan yang didominasi oleh perairan dan permukiman.

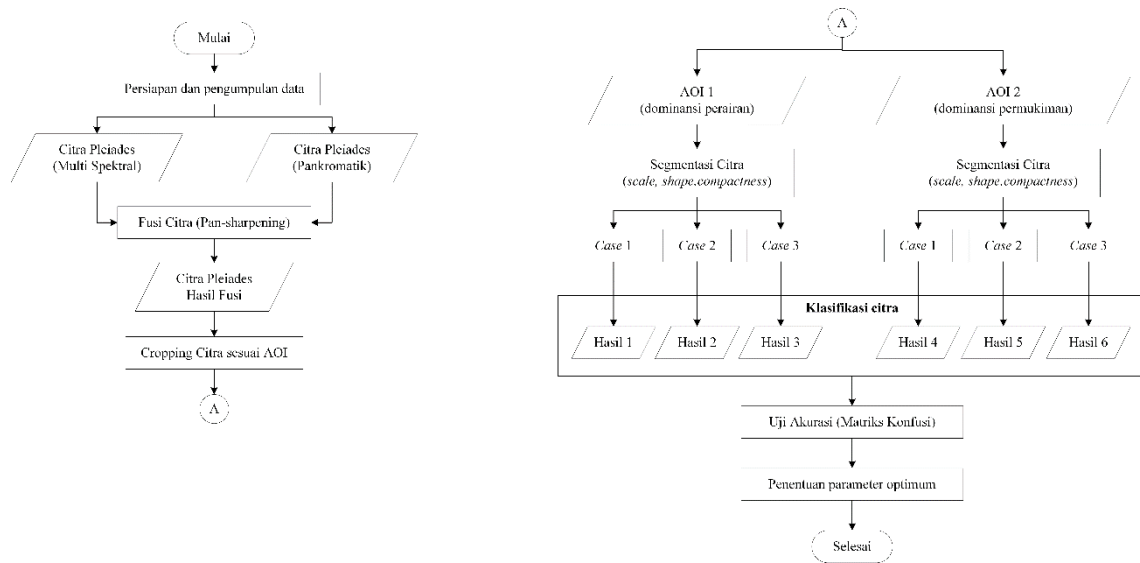
METODE

A. Material dan Instrumen

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data sekunder, yaitu data Citra Pleiades 1A yang diperoleh dari Airbus Defence and Space. Citra Pleiades 1A terdiri dari kanal multi-spektral dengan resolusi spasial 2 meter dan pankromatik dengan resolusi 0,5 meter (Airbus Defence and Space, 2022). Akuisisi citra pada tanggal 25 Februari 2012 di wilayah Melbourne, Australia dengan cakupan wilayah sebesar 1,5 x 1,5 km. Dalam pelaksanaan penelitian ini, alat yang digunakan berupa *software* QGIS untuk melakukan proses fusi citra Satelit Pleiades dan perhitungan matriks konfusi; serta eCognition untuk melakukan proses klasifikasi citra Satelit Pleiades.

B. Metode

Secara umum, tahapan pengolahan Citra Pleiades 1A ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Pengolahan Data

Tahapan Fusi sebagai tahapan pertama dilakukan menggunakan metode Algoritma *Brovvey* dan metode *resampling Bilinear* memanfaatkan *tools* GDAL *Pansharpening* pada *software* QGIS. Selanjutnya CSRT dipotong sesuai AOI yang mewakili dua tutupan lahan yang dominan, yaitu permukiman dan perairan. Tahapan Segmentasi dilakukan dengan mempertimbangkan parameter-parameter segmentasi yang tersedia di perangkat lunak eCognition, antara lain *scale*, *shape*, dan *compactness*. **Tabel 1** merupakan penjelasan parameter setiap skenario segmentasi.

Tabel 1. Parameter Skenario Segmentasi

Parameter	AOI 1 (perairan)			AOI 2 (permukiman)		
	Case 1	Case 2	Case 3	Case 1	Case 2	Case 3
<i>Scale</i>	25	220	100	25	30	50
<i>Shape</i>	0,9	0,4	0,5	0,9	0,3	0,2
<i>Compactness</i>	0,3	0,3	0,5	0,3	0,5	0,6

Case 1 pada AOI 1 dan AOI 2 memiliki nilai parameter yang sama. Sedangkan untuk case 2 dan case 3 pada kedua AOI memiliki nilai yang berbeda. Nilai tersebut diperoleh dari hasil eksperimen. Hasil segmentasi diklasifikasi menjadi 5 kelas, yaitu permukiman, perairan, vegetasi, lahan kosong, dan jalan. Tahapan terakhir yaitu validasi hasil klasifikasi dilakukan dengan perangkat lunak QGIS untuk membentuk matriks konfusinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Fusi Citra

Pada penelitian ini, metode fusi citra yang dilakukan adalah *pansharpening* yang mengkombinasikan citra multispektral berwarna namun resolusi spasialnya kurang detail

dan citra pankromatik yang hitam putih namun memiliki resolusi spasial sangat tinggi. Citra Pleiades 1A yang memiliki produk multispektral beresolusi spasial 2 meter dan pankromatik resolusi spasial 0,5 meter dilakukan proses *pan sharpening* sehingga menghasilkan citra berwarna dengan resolusi spasial 0,5 meter. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Algoritma *Brovey* dengan metode *resampling Bilinear* yang memanfaatkan *tools GDAL Pansharpening* pada *software QGIS*. Citra Pleiades 1A sebelum dan setelah fusi citra ditunjukkan pada **Gambar 2**. Hasil fusi citra menunjukkan peningkatan resolusi spasial citra, hal ini ditunjukkan dengan citra yang semakin jelas dan detail.

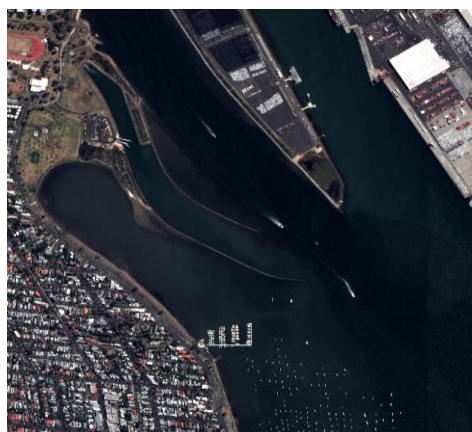


Gambar 2. Citra Pleiades 1A sebelum (a) dan setelah (b) fusi citra

B. Klasifikasi

1. Perairan

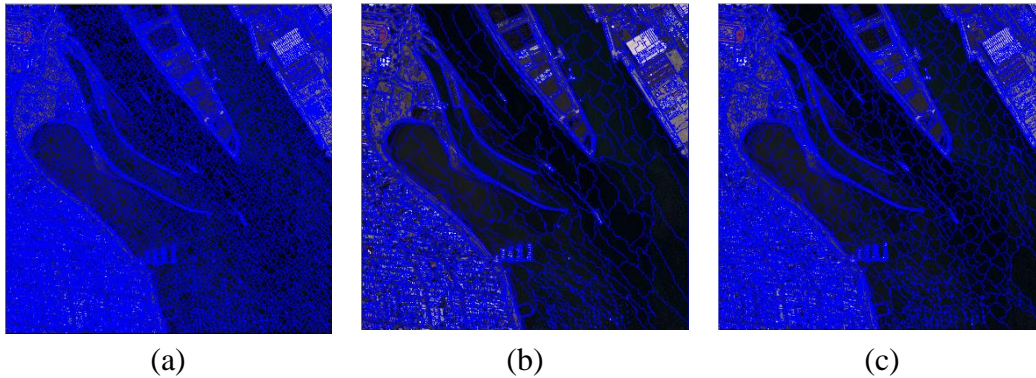
Wilayah kajian dengan badan perairan sebagai bagian yang dominan ditunjukkan pada **Gambar 3**. Klasifikasi dilakukan menggunakan *multi resolution segmentation* dengan tiga parameter yang ditunjukkan pada **Tabel 1**. **Case 1** merupakan parameter yang disamakan pada penelitian ini dengan wilayah kajian lainnya. **Case 2** merupakan parameter optimum sesuai dengan penelitian Chen dkk. (2019), dan **Case 3** merupakan hasil eksperimen/percobaan.



Gambar 3. Wilayah kajian dengan dominansi wilayah perairan

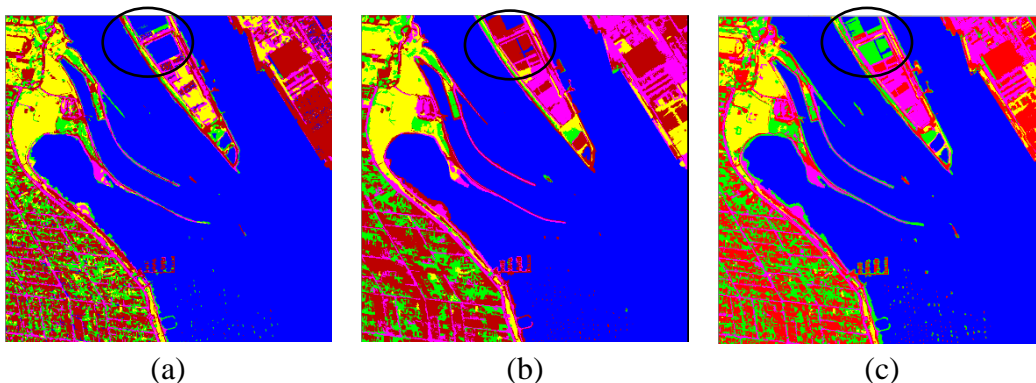
Case 1 segmentasi yang ditunjukkan pada **Tabel 1**, pada AOI 1 dan AOI 2 memiliki nilai parameter yang sama. Hal ini bertujuan untuk membuktikan bahwa parameter yang sama akan memberikan hasil yang berbeda pada dominansi objek yang berbeda. Hasil segmentasi AOI 1 (perairan) pada **Gambar 4**, menunjukkan bahwa

parameter skala berpengaruh terhadap ukuran segmen yang dihasilkan, semakin besar nilai parameter skala maka akan semakin besar ukuran segmen yang terbentuk. Dalam hal ini, ukuran segmen terbesar di objek badan perairan terdapat pada Case 2 dengan nilai parameter skala 220. Sedangkan untuk parameter *shape* dan *compactness* secara visual lebih sulit untuk didefinisikan.



Gambar 4. Hasil Segmentasi AOI 1 (a) case 1, (b) case 2, dan (c) case 3

Klasifikasi dibagi menjadi lima kelas meliputi badan perairan, bangunan, jalan, vegetasi, dan lahan kosong. Warna biru, hijau, kuning, merah dan merah muda masing-masing menunjukkan objek badan perairan, vegetasi, lahan kosong, bangunan, dan jalan. Hasil klasifikasi setiap case, ditunjukkan pada **Gambar 5**.

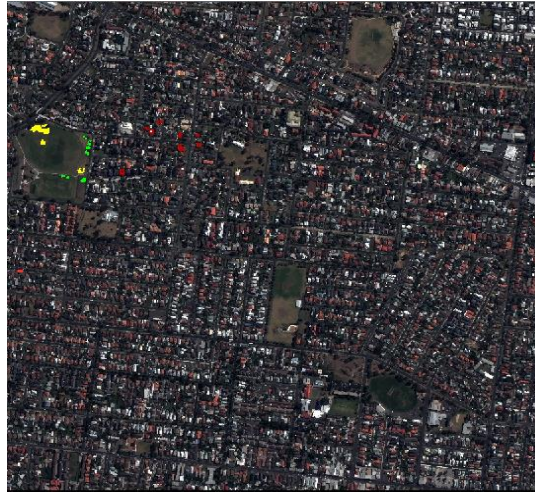


Gambar 5. Hasil klasifikasi (a) case 1, (b) case 2, dan (c) case 3

Secara visual, objek badan perairan yang mendominasi area kajian ini diklasifikasikan sesuai dengan keadaan sesungguhnya. Namun terdapat perbedaan yang signifikan pada bagian lingkaran hitam yang ditunjukkan pada **Gambar 5**. Pada Case 1 area tersebut terklasifikasi sebagai badan perairan, Case 2 terklasifikasi sebagai bangunan dan sebagian badan perairan, sedangkan Case 3 mengklasifikasikannya sebagai vegetasi dan sebagian badan perairan.

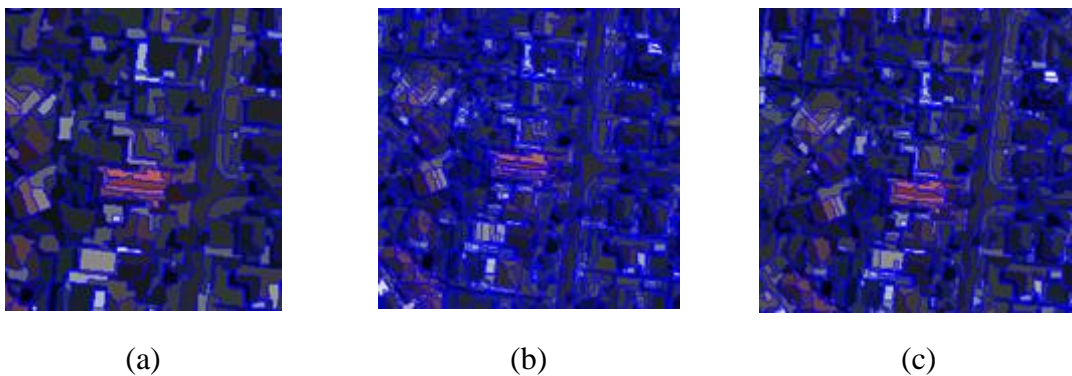
2. Permukiman

Wilayah kajian permukiman sebagai bagian yang dominan ditunjukkan pada **Gambar 6**. Klasifikasi dilakukan menggunakan *multi resolution segmentation* dengan tiga parameter yang ditunjukkan pada **Tabel 1**. **Case 1** merupakan parameter yang disamakan pada penelitian ini dengan wilayah kajian lainnya. **Case 2** dan **Case 3** merupakan hasil eksperimen / percobaan. Untuk melakukan kajian terkait kawasan permukiman ini akan dilakukan proses segmentasi dengan parameter yang berbeda.



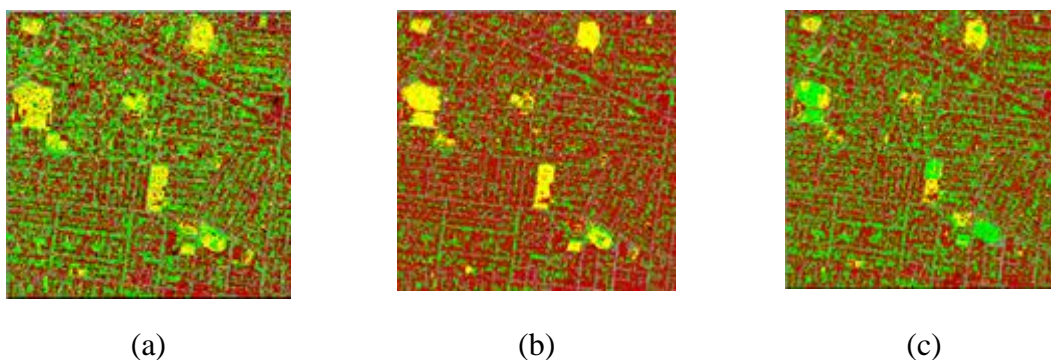
Gambar 6. Wilayah kajian dengan dominansi wilayah permukiman

Hasil segmentasi AOI 2 (permukiman), menunjukkan bahwa parameter skala berpengaruh terhadap ukuran segmen yang dihasilkan, semakin besar nilai parameter skala maka akan semakin besar ukuran segmen yang terbentuk. Dalam hal ini, ukuran segmen terbesar di objek permukiman terdapat pada Case 3 dengan nilai parameter skala 50. Sedangkan untuk parameter *shape* dan *compactness* secara visual lebih sulit untuk didefinisikan.



Gambar 7. Hasil Segmentasi AOI 2 (a) case 1, (b) case 2, dan (c) case 3

Pada penelitian yang dilakukan, proses klasifikasi terbagi menjadi empat kelas meliputi bangunan, jalan, vegetasi, dan lahan kosong. Warna merah, hijau, kuning, dan abu masing-masing menunjukkan objek bangunan, vegetasi, lahan kosong, dan jalan. Selain itu untuk objek bangunan akan lebih terdefinisi secara detail ketika ukuran segmen yang digunakan lebih kecil sehingga hasil yang diberikan akan lebih akurat karena perbedaan warnanya akan semakin baik. Hasil klasifikasi setiap case, ditunjukkan pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Hasil Klasifikasi AOI 2 (a) case 1, (b) case 2, dan (c) case 3

Selanjutnya dilakukan proses analisis untuk kawasan permukiman, kajian ini diklasifikasikan sesuai dengan keadaan sesungguhnya. Apabila secara umum untuk kawasan yang tidak diperbesar perbedaannya tidak terlalu signifikan tetapi apabila hasil tersebut diperbesar untuk kawasan yang sama. Pada **Case 1** area tersebut cukup didominasi oleh kawasan yang berwarna hijau (vegetasi), **Case 2** lebih didominasi oleh kawasan permukiman, sedangkan **Case 3** sama dengan Case 1 yang juga lebih didominasi oleh vegetasi dan juga untuk Case 3 ini juga pada batas jalan cukup terlihat perbedaannya. Untuk menguji ketelitian dari proses klasifikasi yang telah dilakukan, selanjutnya ketiga Case ini dilakukan proses uji akurasi menggunakan plugin AcATaMa di QGIS berikut merupakan hasil dari uji akurasi untuk masing - masing Case.

Tabel 2. Hasil Overall Accuracy Tiap Case Pada Masing – Masing AOI

AOI	Case	Overall Accuracy
1 (Perairan)	Case 1	76%
	Case 2	70%
	Case 3	66%
2(Permukiman)	Case 1	76%
	Case 2	77%
	Case 3	65%

Nilai *overall accuracy* sebagai nilai yang menunjukkan tingkat kesesuaian hasil klasifikasi tutupan lahan berdasarkan data lapangan (Danoedoro, 2012). Untuk mengetahui nilai parameter yang sesuai ditunjukkan dengan nilai *overall accuracy* yang paling besar. Sehingga pada AOI 1 (Perairan), perbandingan parameter OBIA diperoleh hasil optimum pada Case 1 dengan *overall accuracy* mencapai 76% dan AOI 2 (Permukiman) adalah Case 2 dengan *overall accuracy* mencapai 77% yang ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Penelitian klasifikasi teknik OBIA dilakukan oleh Chen dkk. (2019) di wilayah yang didominasi oleh lahan pertanian dan hutan menggunakan parameter segmentasi *scale*, *shape*, dan *compactness* berturut-turut 220; 0,4; dan 0,3 seperti yang digunakan pada case 2. Namun, pada percobaan di lokasi penelitian AOI 1, parameter tersebut tidak optimal digunakan, dimana hasil nilai *overall accuracy* hanya mencapai 70% dan ini tidak lebih baik dari nilai *overall accuracy* case 1 yaitu 76%. Parameter segmentasi pada case 2 di AOI 1 tidak optimal seperti penelitian Chen dkk. (2019) karena objek dominan antara

dua lokasi penelitian yang berbeda. Pada penelitian ini AOI 1 didominasi oleh perairan, sedangkan pada penelitian Chen dkk. (2019) lokasinya didominasi oleh lahan pertanian dan hutan, meskipun keduanya memiliki tutupan lahan permukiman di sekitarnya. Perbandingan dua lokasi penelitian tersebut ditunjukkan pada **Gambar 9**.



Gambar 9. (a) lokasi penelitian ini dan (b) lokasi penelitian Chen dkk. (2019)

El-naggar (2018) melakukan klasifikasi bangunan secara OBIA dengan parameter segmentasi *scale*, *shape*, dan *compactness* berturut-turut 50; 0,2; 0,5; namun pada hasilnya menunjukkan bahwa hasil tersebut tidak optimal untuk klasifikasi bangunan. Pada percobaan ini juga digunakan parameter tersebut dan hasilnya parameter tersebut tidak optimal diterapkan di lokasi tersebut.

Tabel 1 menunjukkan nilai parameter segmentasi yang digunakan pada AOI 1 (perairan) dan AOI 2 (permukiman). Penelitian terdahulu terkait klasifikasi tutupan lahan dengan teknik OBIA yang dilakukan Chen dkk. (2019) dan El-naggar (2018) memberikan hasil yang optimal pada parameternya. Namun, apabila parameter segmentasi yang sama pada penelitian sebelumnya digunakan untuk klasifikasi di lokasi yang berbeda sangat memungkinkan dapat memberikan hasil yang berbeda tingkat kehandalan yang ditunjukkan dari nilai *overall accuracy*-nya. Hal ini dimungkinkan karena adanya perbedaan sifat spektral citra di lokasi. Oleh karena itu, pemilihan parameter segmentasi di setiap lokasi harus dilakukan, sehingga nilai parameter segmentasi dapat menyesuaikan kondisi objek di lokasi agar menghasilkan hasil klasifikasi yang optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa untuk melakukan klasifikasi OBIA pada objek yang berbeda tidak dapat menggunakan parameter segmentasi yang sama. Hal ini ditunjukkan dari hasil segmentasi pada AOI 1 (perairan) menggunakan parameter *scale* 25; *shape* 0,4; dan *compactness* 0,3 sebagai nilai optimum dengan nilai *overall accuracy* sebesar 76%. Sedangkan untuk hasil segmentasi AOI 2 (permukiman) dengan *scale* 30, *shape* 0,3, dan *compactness* 0,5 menghasilkan *overall accuracy* sebesar 77% sebagai nilai optimum. Optimalisasi parameter segmentasi bukan menjadi satu-satunya solusi dalam menghasilkan klasifikasi objek dengan akurasi tinggi, maka perlu dilakukan penelitian selanjutnya mengenai faktor lain yang mempengaruhi tingkat akurasi hasil klasifikasi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada para dosen dan asisten praktikum mata kuliah Sistem Penginderaan Jauh Magister Teknik Geomatika UGM yang telah memberikan ilmu baik secara teori maupun praktik, juga menjadi mentor yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Airbus Defence and Space. (2022). *Pléiades Ortho Product – Bundle*. <https://www.intelligence-airbusds.com/en/9317-sample-imagery-detail?product=17360&keyword=pleiades&type=0>
- Akcay, O., Avsar, E. O., Inalpulat, M., Genc, L., & Cam, A. (2018). Assessment of segmentation parameters for object-based land cover classification using color-infrared imagery. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(11). <https://doi.org/10.3390/ijgi7110424>
- Chen, Y., Chen, Q., & Jing, C. (2019). Multi-resolution segmentation parameters optimization and evaluation for VHR remote sensing image based on meanNSQI and discrepancy measure. *Journal of Spatial Science*. <https://doi.org/10.1080/14498596.2019.1615011>
- Danoedoro, P. (2012). Pengantar Penginderaan Jauh Digital. In B. R. W (Ed.), *Analysis*. Penerbit ANDI.
- El-naggar, A. M. (2018). Determination of optimum segmentation parameter values for extracting building from remote sensing images. *Alexandria Engineering Journal*, 57(4), 3089–3097. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2018.10.001>
- Hossain, M. D., & Chen, D. (2019). Segmentation for Object-Based Image Analysis (OBIA): A review of algorithms and challenges from remote sensing perspective. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 150, 115-134.
- Mhangara, P., Mapurisa, W., & Mudau, N. (2020). Comparison of Image Fusion Techniques Using Satellite Pour l'Observation de la Terre (SPOT) 6 Satellite Imagery. *Applied Sciences MDPI AG*, 10(5), 1881. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3390/app10051881>
- Susetyo, D. B., & Basith, A. (2021). Parameter optimal dalam penerapan algoritma multi-resolution segmentation pada foto udara untuk klasifikasi penutup lahan berbasis objek. *Seminar Nasional Geomatika-VI*.
- Trimble Germany GmbH. (2014). *eCognition® Developer User Guide*.
- Wibowo, T. S., & Suharyadi, R. (2012). Aplikasi Object-Based Image Analysis (OBIA) untuk Deteksi Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Citra ALOS AVNIR-2. *Jurnal Bumi Indonesia Fakultas Geografi UGM*, 1(3), 130–138.
- Xiaoxia, S., Jixian, Z., & Zhengjun, L. (2004). A Comparison of Object-Oriented and Pixel-Based Classification Approachs Using Quickbird Imagery. *Chinese Academy of Surveying and Mapping*, 1–3. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.184.3501>