

ANALISIS DAMPAK PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR BANDARA INTERNASIONAL JAWA BARAT TERHADAP ALIH FUNGSI LAHAN PERTANIAN MELALUI CITRA SATELIT RESOLUSI TINGGI

Nurwita Mustika Sari¹, Dony Kushardono¹

¹Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN
Jl. Kalisari no. 8, Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta 13710
e-mail: nurwita.mustika@lapan.go.id

Diterima: 13 Juni 2019; Direvisi: 14 Juli 2019; Disetujui: 25 Juli 2019

Abstrak

Pembangunan infrastruktur seperti bandara akan menyebabkan perubahan penggunaan lahan pada area tersebut dan sekitarnya. Perubahan ini, terutama jika wilayah bandara berada pada wilayah yang dominan dengan lahan pertanian maka akan berpotensi mengubah fungsi lahan pertanian tersebut menjadi lahan non pertanian. Pembangunan infrastruktur bandara termasuk aksesnya akan mendorong pertumbuhan wilayah dan pertumbuhan ekonomi di wilayah tersebut. Tujuan penelitian ini adalah mendeteksi perubahan penggunaan lahan di wilayah Bandara Internasional Jawa Barat (BIJB) Kertajati khususnya alih fungsi lahan pertanian ke non pertanian. Metode yang diusulkan dalam penelitian ini adalah mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan pada area kajian menggunakan data SPOT multitemporal dimana dilakukan klasifikasi perpaduan antara segmentasi objek secara digital menggunakan metode multiresolution segmentation dan penentuan kelas penggunaan lahan secara visual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa telah terjadi penurunan luasan sejak 2013 hingga 2018 di wilayah kajian yaitu dari 5.822,80 ha pada tahun 2013 menjadi 5.347,30 ha selama kurun waktu 2013-2018.

Kata kunci: penginderaan jauh, perubahan penggunaan lahan, pembangunan infrastruktur

Abstract

The construction of infrastructure such as airport will cause changes in land use in the area and its surroundings. This change, especially if the airport area is in the dominant area with agricultural land or ricefield, will potentially change the function of the ricefield into non-agricultural land. The construction of airport infrastructure, including its access, will drive regional growth and economic growth in the region. The purpose of this research is to detect changes of land use in the West Java International Airport (BIJB) Kertajati region, West Java, especially the conversion of ricefield to non-agricultural land. The method proposed in this study is to identify changes of land use in the study area using multitemporal SPOT data where the hybrid classification is done with digital object segmentation method using multiresolution segmentation and the determination of land use classes with visual interpretation. The result shows that there had been a decrease in the area of ricefield from 5,822.80 hectares in 2013 became 5,347.30 hectares during the period 2013-2018.

Keyword: remote sensing, land-use change, infrastructure development

PENDAHULUAN

Dilakukannya pembangunan infrastruktur sebagai salah satu hasil proses teknologi dapat menimbulkan pengaruh positif dan negatif bagi lahan pertanian dan pembangunan berkelanjutan di wilayah tersebut. Beberapa pengaruh positif dari pembangunan infrastruktur diantaranya adalah meningkatnya aksesibilitas untuk wilayah ini, bertambahnya pertumbuhan ekonomi serta mendukung integrasi dalam wilayah terkait. Sementara itu dampak negatif dari pembangunan infrastruktur ini dapat mengenai lingkungan, biodiversitas, aktivitas pengolahan lahan, serta bentanglahan budaya. Meskipun, dampak negatif semua itu dapat diminimalkan dengan pengelolaan spesifik secara terintegrasi pada lahan pertanian yang diberi infrastruktur (Bacior & Prus, 2018). Pembangunan infrastruktur terkait erat dengan perkembangan ekonomi suatu wilayah, sebagaimana studi yang telah dilakukan tentang hubungan antara infrastruktur sosial dan fisik suatu wilayah dengan perkembangan ekonomi yang terjadi di wilayah India. Studi telah dilakukan dengan rentang waktu sejak tahun 1995-2013 dan menunjukkan hubungan positif antara keduanya (Kumari & Sharma, 2017). Infrastruktur lain seperti jalan juga turut mempengaruhi konsumsi energi dan perkembangan industri hemat energi, salah satu pengaruh positif dari keberadaan konstruksi jalan adalah semakin berkembangnya industri hemat energi yang tentu mendukung penurunan intensitas energi (Tan, Liu, & Lin, 2018). Infrastruktur jalan ini tentunya berpengaruh positif terhadap perkembangan ekonomi suatu wilayah hingga membentuk suatu hubungan kausalitas (Maparu & Mazumder, 2017). Untuk area spesifik seperti kota, perkembangan infrastruktur yang ada di dalamnya tentu harus lebih efektif agar kota memiliki kondisi berkelanjutan (Pandit et al., 2017).

Pembangunan infrastruktur di Indonesia turut mempengaruhi berbagai aspek baik itu fisik lahan, sosial dan

tentunya ekonomi. Pembangunan infrastruktur berpengaruh positif bagi pertumbuhan ekonomi di Indonesia karena akan memicu aliran ekonomi dengan adanya keterbukaan akses (Maryaningsih, Hermansyah, & Savitri, 2014). Pembangunan infrastruktur yang timpang antar wilayah bahkan terkait erat dengan kesenjangan ekonomi yang cukup tinggi pada wilayah-wilayah terkait (Sukwika, 2018). Lebih spesifik terkait infrastruktur bandara, pembangunan infrastruktur bandara baik itu pembukaan bandara baru maupun pengembangan infrastruktur bandara yang sudah ada dapat membuka akses ke suatu wilayah dan meningkatkan pertumbuhan wilayah destinasi wisata ((Setiawan, Sukoco, Purworusmiadi, Wajdi, & Kurniasih, 2017); (Hermawan, 2017); (Yuliana & Subekti, 2016)). Selain itu, dalam kasus lain yaitu Bandara Internasional Kualanamu, pengaruh terjadi pada perubahan nilai lahan di sekitarnya, aktivitas penduduk yang bermukim di sekitar lokasi bandara maupun aktivitas penggunaan lahan di sekitar bandara sampai pada kondisi sosial dan ekonomi masyarakat setempat (Indah & Ma'rif, 2014).

Pada wilayah kajian yaitu Bandara Internasional Jawa Barat (BIJB) Kertajati dan sekitarnya, salah satu penggunaan lahan yang mengalami perubahan akibat adanya pembangunan infrastruktur adalah penggunaan lahan pertanian. Lahan pertanian sangat berpengaruh bagi keberlangsungan program ketahanan dan kemandirian pangan. Perubahan lahan pertanian pangan perlu dikaji karena dilindungi oleh Undang-Undang No. 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan. Dampak sosial ekonomi dan politis dari pembangunan Bandara Kertajati diantaranya munculnya penolakan dari sebagian warga, naiknya harga lahan di sekitar lokasi bandara, keinginan warga untuk direlokasi, permintaan kompensasi atas pembebasan lahan, eksekusi pembersihan lahan, sosialisasi berkelanjutan tentang prosedur

pembebasan lahan, perlunya keterlibatan masyarakat dalam proses pembebasan lahan, perlunya saling memahami hak dan kewajiban tiap pihak, perlunya dukungan program lain selain pembebasan lahan, juga perlunya peningkatan kinerja dari panitia pengadaan tanah dan satuan tugas (Zulfikar & Rukayat, 2017).

Data penginderaan jauh resolusi tinggi yang digunakan dalam penelitian ini menampilkan perubahan penggunaan lahan secara multitemporal dan memperlihatkan dengan jelas objek pada area tersebut yang mengalami perubahan. Deteksi perubahan penutup lahan di salah satu daerah di Bangladesh selama kurun waktu 30 tahun sejak 1980 hingga 2010 telah dilakukan dengan metode pre dan post klasifikasi dan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa 40% tutupan lahan di area kajian telah berubah (Haque & Basak, 2017). Deteksi perubahan penggunaan lahan menjadi lahan terbangun dan luasan lahan pertanian yang beralih fungsi menjadi fungsi lainnya telah dikaji khususnya untuk area Mesir (Hegazy & Kaloop, 2015). Sementara itu di Indonesia, deteksi perubahan lahan untuk wilayah perkotaan telah dilakukan di wilayah Bekasi salah satunya menggunakan data citra Landsat TM (Manalu, 2014).

Penggunaan data penginderaan jauh yang diolah dengan integrasi GIS dan GEOBIA (*Geographical Object Based Image Analysis*) untuk membuat model perubahan penutup penggunaan lahan (LULC) dan skenario hingga tahun 2030 di Upper Uruguay Basin, Brazil telah dilakukan dengan implementasi model dinamika spasial (de Freitas, Muñoz, dos Santos, & Alves, 2018). Selain itu analisis terkait dengan perubahan penutup penggunaan lahan juga telah dilakukan dengan data kadastral, data statistik dan data penutup lahan CORINE yang dilakukan pada bagian negara post-sosialis seperti Hongaria dan Polandia dimana diperoleh hasil berupa tren penurunan lahan pertanian dan kenaikan pada lahan yang tidak digarap dan lahan terbangun (Cegielska et al., 2018). Pada kasus lain, perubahan lahan yang

diakibatkan oleh gangguan seperti angin topan untuk wilayah spesifik hutan gunung Eropa Tengah khususnya Taman Nasional Šumava dideteksi sejak tahun 2006-2012 menggunakan data penginderaan jauh foto udara (Janík & Romportl, 2018).

OBIA yang kini berkembang menjadi GEOBIA (*Geographical Object Based Image Analysis*) telah menjadi paradigma baru dalam pengolahan data citra penginderaan jauh resolusi tinggi dimana penggunaan fitur spasial dilakukan dalam menentukan kelas suatu objek ((Blaschke et al., 2014); (Chen, Weng, Hay, & He, 2018)). Beberapa penelitian telah menggunakan metode ini untuk berbagai tujuan pemetaan di berbagai lokasi berbeda dengan karakteristik fitur spasial yang berbeda pula, seperti ekstraksi vegetasi di lingkungan perkotaan, pemetaan berbagai vegetasi dan lahan terbangun di perkotaan, deteksi gunung es di tengah laut, pemetaan pantai, deteksi erosi parit, klasifikasi penggunaan lahan di pedesaan, deteksi lahan basah pada berbagai tipe bentanglahan terganggu, hingga pemetaan lahan sawah dengan foto udara hitam putih ((Sari & Kushardono, 2016); (Li & Shao, 2013); (Banzhaf, Kollai, & Kindler, 2018); (Mazur, Wählin, & Krężel, 2017); (Hidayat, Rudiastuti, & Purwono, 2018); (Rahmati, Tahmasebipour, Haghizadeh, Pourghasemi, & Feizizadeh, 2017); (Watmough, Palm, & Sullivan, 2017); (Mui, He, & Weng, 2015); (Vogels, de Jong, Sterk, & Addink, 2017)).

Penggunaan metode OBIA sudah diterapkan dalam berbagai penelitian terkait skenario perubahan penutup lahan padang rumput, perubahan bentang lahan yang dinamis, hingga pemantauan lahan basah ((Gibson, Münch, Palmer, & Mantel, 2018); (Kefalas, Poirazidis, Xofis, & Kalogirou, 2018); (Whiteside & Bartolo, 2015)), juga bagaimana penggunaan metode OBIA ini untuk deteksi perubahan penutup lahan menggunakan citra penginderaan jauh multi resolusi (Toure, Stow, Shih, Weeks, & Lopez-Carr, 2018). Selain itu, perpaduan metode pixel-based dan OBIA juga telah dilakukan, diantaranya untuk melihat umur tanaman dan perubahan

penutup lahan di lingkungan perkotaan ((Chen, Thill, Anantsuksomsri, Tontisirin, & Tao, 2018); (Estoque & Murayama, 2015)).

Melihat efektivitas metode GEOBIA yang telah diterapkan dalam berbagai penelitian baik itu untuk ekstraksi objek hingga pemantauan perubahan tutupan lahan maka akan dilakukan perpaduan antara klasifikasi digital berbasis objek dan visual dalam penelitian ini. Apa yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan perkembangan studi sebelumnya terkait dengan pemanfaatan data resolusi menengah multitemporal untuk melihat perubahan penutup lahan (Kushardono, 2012) . Adapun tujuannya secara spesifik adalah menganalisis bagaimana dampak pembangunan infrastruktur bandara terhadap alih fungsi lahan khususnya lahan pertanian ke non pertanian, mengingat pentingnya posisi lahan pertanian dalam program kemandirian dan ketahanan pangan di Indonesia sesuai dengan Undang-Undang yang berlaku di Indonesia.

METODE PENELITIAN

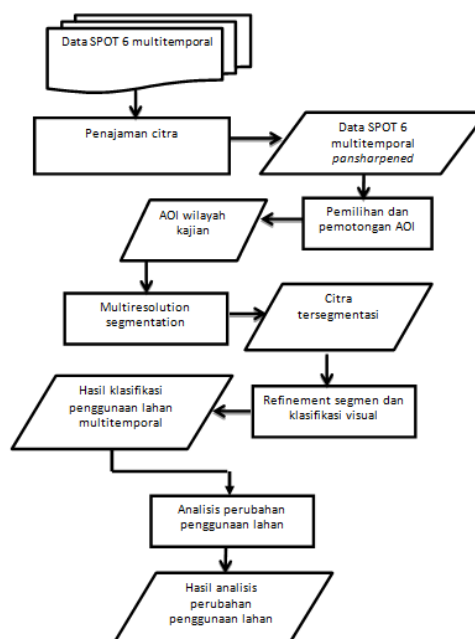
Bahan

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra SPOT 6 multispektral *pan-sharpened* yang diakuisisi tanggal 17 Maret 2013, 6 Juni 2016 dan SPOT 7 multispektral *pan-sharpened* 29 Mei 2018. Data ini mencakup wilayah Kertajati, Majalengka, Jawa Barat, Indonesia dan sekitarnya. Data lain yang digunakan adalah *masterplan* pembangunan BIJB Kertajati.

Metode

Pengolahan data dimulai dengan pemilihan data resolusi tinggi SPOT pada tiga periode waktu yang menunjukkan tahap pembangunan BIJB Kertajati sejak awal pembukaan lahan yaitu awal tahun 2013 hingga kondisi terkini pada bulan Mei 2018. Data yang diperoleh merupakan data yang sudah *pan-sharpened*, yang kemudian dibandingkan bagaimana perubahan lahannya dari waktu ke waktu pada tiga periode pengamatan yaitu 2013, 2016, dan 2018.

Dari data yang sudah melalui proses penajaman dilakukan pemilihan dan pemotongan terhadap *Area of Interest* (AOI) wilayah kajian untuk tiga periode yaitu AOI 2013, AOI 2016 dan AOI 2018.



Gambar 1. Diagram alir kajian perubahan penggunaan lahan pada pembangunan infrastruktur BIJB Kertajati

Tahapan pengolahan data mulai dari tahap *pre-processing*, pengolahan citra, hingga analisis perubahan penggunaan lahan ditunjukkan oleh Gambar 1 dan dijelaskan per tahapan:

a. *Multiresolution segmentation*

Pada dasarnya *multiresolution segmentation* dilakukan untuk memberikan batasan suatu objek dimulai dari ukuran piksel tunggal menjadi objek yang lebih besar yang didasarkan pada *threshold* berupa heterogenitas maksimum yang disebut sebagai *Scale Parameter* (SP).

Dalam melakukan segmentasi, SP merupakan nilai yang dapat diatur oleh user untuk memperoleh hasil terbaik untuk segmen objek yang dihasilkan ((Benz, Hofmann, Willhauck, Lingenfelder, & Heynen, 2004); (Batz & Schäpe, 2000)).

Secara matematis, Batz & Schäpe melihat tingkat kesesuaian h dengan ruang fitur dimensional d dari dua objek berdekatan sebagai berikut:

Rumus 1

$$h = \sqrt{\sum_d (f1d - f2d)^2} \dots \dots \dots (1)$$

Selanjutnya jarak dapat distandardisasikan dengan melihat standar deviasi semua segmen pada fitur setiap dimensi sehingga dituliskan sebagai berikut

Rumus 2

$$h = \sqrt{\sum_d \left(\frac{f1d - f2d}{\sigma f d} \right)^2} \dots \dots \dots (2)$$

b. *Refinement* Segmen dan klasifikasi visual

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data penginderaan jauh SPOT 6 dan SPOT 7 dengan resolusi spasial tinggi yang menampilkan objek dan penggunaan lahan di permukaan bumi secara jelas sehingga segmentasi perlu dilakukan untuk memperoleh hasil delineasi dengan lebih efisien dan efektif. Namun demikian, tingginya resolusi spasial tersebut, ditambah dengan kompleksnya

penggunaan lahan di area kajian membuat diperlukannya *refinement* pada segmen objek, baik itu pemotongan (*reshaping*) maupun penggabungan (*merging*). Metode ekstraksi objek ini telah dilakukan dalam delineasi kanopi pohon di lingkungan perkotaan yang menggunakan OBIA dan digitasi manual (Ellis & Mathews, 2018), yang juga dilakukan berdasarkan proses segmentasi yang dilanjutkan perbaikan dengan algoritma *spectral difference* (Zhao & Wang, 2014) karena dalam proses segmentasi yang dihasilkan masih diperlukan perbaikan, sementara dalam penelitian ini segmen diperbaiki dengan interpretasi visual dan pemotongan atau penggabungan segmen dengan digitasi.

Penggabungan segmen dengan berdasarkan perbedaan spektral secara matematis dapat ditulis sebagai berikut, dimana $wn[k1,k2,k3]$ adalah berat layer gambar yang dinormalisasi $w[k1,k2,k3]$ (Definiens, 2012):

Rumus 3

$$\begin{aligned} wn_{k1} &= \frac{w_{k1}}{w_{k1} + w_{k2} + w_{k3}} \\ wn_{k2} &= \frac{w_{k2}}{w_{k1} + w_{k2} + w_{k3}} \\ wn_{k3} &= \frac{w_{k3}}{w_{k1} + w_{k2} + w_{k3}} \dots \dots \dots (3) \end{aligned}$$

Selanjutnya tahapan dilakukan dengan penghitungan formula sebagai berikut, dimana abs merupakan fungsi absolut

Rumus 4

$$\begin{aligned} &wn_{k1} \times abs(k1_1 - k1_2) + wn_{k2} \times \\ &abs(k2_1 - k2_2) + wn_{k3} \times abs(k3_1 - k3_2) \\ &\dots \dots \dots (4) \end{aligned}$$

Selanjutnya klasifikasi dengan interpretasi visual dilakukan untuk memperoleh hasil kelas sesuai dengan kelas yang sudah ditetapkan. Karena tingginya resolusi citra yang digunakan, terlebih dengan tujuan spesifik untuk analisis perubahan penggunaan lahan lingkungan bandara maka diperlukan pengelasan dengan interpretasi visual seperti yang

telah banyak dilakukan ((Ben-Yosef, Assif, & Ullman, 2018); (Carbonera, Abel, & Scherer, 2015)). Klasifikasi menggunakan kunci interpretasi yang ditetapkan untuk

setiap kelas (Yang et al., 2011). Kunci interpretasi visual disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kunci interpretasi visual penggunaan lahan wilayah kajian Citra SPOT 6 dan SPOT 7 komposit warna natural band-3-2-1

No.	Penggunaan lahan	Kunci interpretasi	Sampel
1.	Infrastruktur BIJB	Bentuk seperti area terbangun (dapat berupa landas pacu, jalan, bangunan), terletak dalam satu kompleks bandara.	
2.	Kebun campur	Warna hijau, tekstur sedang hingga kasar, lebih kasar dibandingkan sawah dan semak belukar, pola tidak beraturan.	
3.	Sawah	Warna hijau muda, hijau tua atau coklat muda, tekstur halus, pola teratur, bentuk kotak.	
4.	Jalan	Warna putih, coklat muda atau abu-abu, tekstur halus, bentuk memanjang, pola berkelok atau lurus, asosiasi dengan permukiman atau sawah yang merupakan penggunaan lahan dominan pada area kajian.	
5.	Permukiman	Warna putih, gradasi coklat, merah muda, tekstur kasar, bentuk kotak, pola mengelompok.	
6.	Semak belukar	Warna hijau muda hingga hijau tua, tekstur sedang (lebih kasar daripada sawah dan lebih halus daripada kebun campur)	
7.	Tubuh air	Warna hijau muda, coklat muda atau toska, tekstur halus, bentuk kotak, pola dapat berkelok-kelok atau memanjang.	
8.	Awan	Warna putih atau abu muda, pola tidak beraturan, bentuk gumpalan	

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

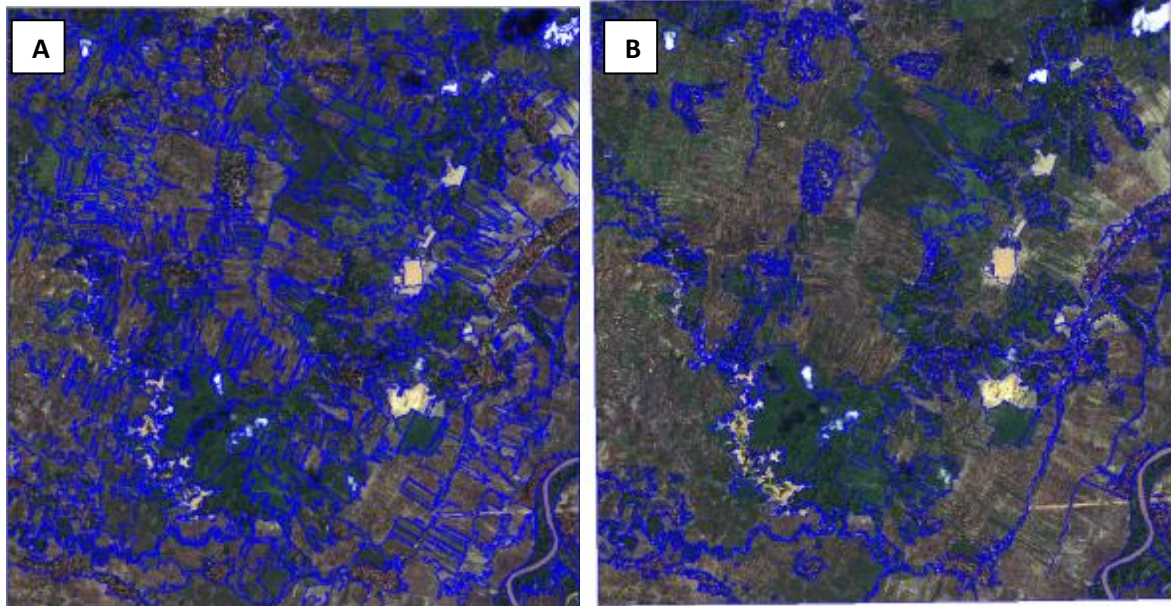
c. Analisis perubahan penggunaan lahan

Analisis perubahan lahan dilakukan dengan membandingkan hasil klasifikasi penggunaan lahan pada setiap tahun pengamatan yaitu tahun 2013, 2016 dan 2018. Pada setiap hasil klasifikasi dihitung luas area setiap kelas penggunaan lahan

kemudian dianalisis bagaimana tren alih fungsi lahan di area tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil segmentasi objek terbaik diperoleh dengan melakukan proses *trial and error*, yang ditampilkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Citra tersegmentasi AOI 2013 (A) Sebelum perbaikan (B) Sesudah perbaikan (Hasil Penelitian, 2018)

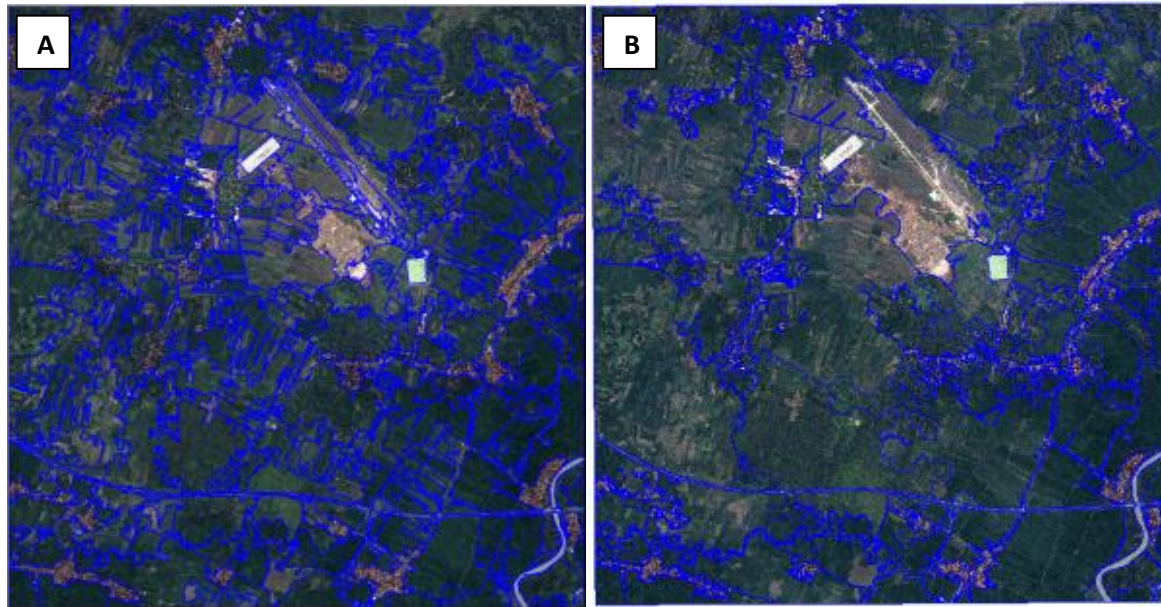
Gambar 2 menampilkan hasil segmentasi yang diperoleh untuk AOI 2013 yang menggunakan data SPOT 6 hasil akuisisi 17 Maret 2013. Adapun hasil segmentasi paling optimal yang diperoleh untuk AOI tahun 2013 adalah segmentasi dengan parameter skala 1800, yang menghasilkan segmen objek sejumlah 237 pada hasil segmentasi sebelum perbaikan (Gambar 2 (A)). Dapat dilihat dari hasil segmentasi bahwa beberapa objek yang sama masih ada yang terpisah, maupun sebaliknya ada beberapa objek berbeda namun masih tergabung dalam satu poligon sehingga perlu dilakukan perbaikan segmen. Sebagaimana diketahui bahwa segmentasi didasarkan pada properti citra baik itu warna, tekstur atau dalam kasus lain derajat keabuan (Tallapragada, Reddy, Kiran, & Reddy, 2015). Banyaknya segmen objek yang

terbentuk pada objek homogen seperti sawah atau vegetasi lainnya seperti semak/ belukar karena tipe sawah dan semak/ belukar yang ada pada AOI 2013 ini sangat bervariasi dari sisi tekstur maupun warna sehingga dideteksi sebagai segmen objek yang berbeda. Oleh karena itulah perbaikan diperlukan untuk menggabungkan segmen objek yang homogen atau memisahkan segmen objek yang merupakan objek berbeda.

Gambar 2 (B) menunjukkan citra segmentasi sesudah dilakukan perbaikan. Jumlah objek yang ada pada citra tersegmentasi sebelum perbaikan yaitu 237 objek, sementara jumlah objek sesudah dilakukan perbaikan segmen yaitu 720 objek. Jumlah segmen objek yang jauh lebih banyak sesudah perbaikan disebabkan oleh banyak dan detailnya segmen yang dibuat sesuai dengan objek yang mampu

dibedakan secara visual hingga skala 1:2.000. Jika dalam hasil segmentasi sebelumnya banyak permukiman yang di dalamnya terdapat kebun campur atau ada penggunaan lahan tertentu yang terdapat permukiman di sekitarnya namun karena berukuran terlalu kecil menjadi tidak

tersegmentasi ketika menggunakan parameter skala yang digunakan, maka sesudah perbaikan segmen itulah objek-objek berbeda tersebut terpisah, yang berimplikasi pada bertambahnya jumlah segmen objek.



Gambar 3. Citra tersegmentasi AOI 2016
(Hasil Penelitian, 2018)

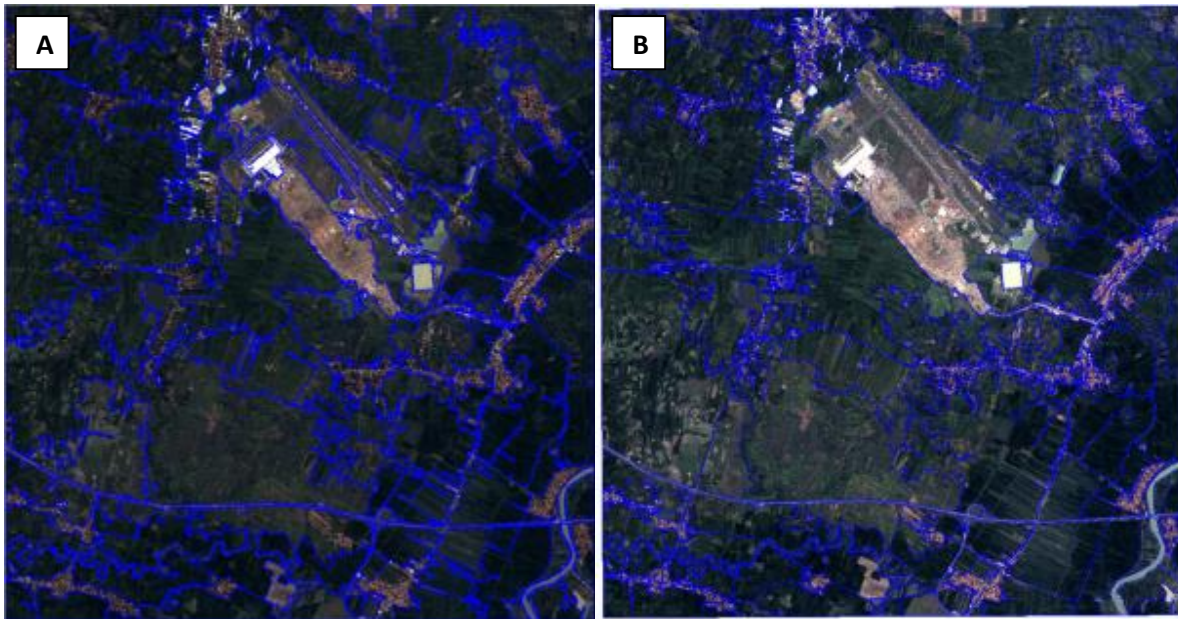
Gambar 3 merupakan citra hasil segmentasi untuk AOI 2016 yang menggunakan citra SPOT 6 hasil akuisisi tanggal 6 Juni 2016. Adapun hasil segmentasi sebelum perbaikan yang paling optimal yang diperoleh untuk AOI tahun 2016 ini juga menggunakan parameter skala 1800 yang menghasilkan segmen objek sebanyak 191 objek ((Gambar 3 (A)). Hasil menggunakan parameter skala ini juga tidak menghasilkan pemisahan objek yang sempurna, namun hasil dengan parameter skala inilah yang membutuhkan perbaikan paling minim dibandingkan angka parameter skala yang lain.

Hasil segmentasi yang ditampilkan Gambar 3 (B) menunjukkan segmentasi sesudah dilakukan perbaikan yaitu sebanyak 555 objek. Sama halnya dengan hasil segmentasi AOI 2013, banyaknya segmen objek baru yang terbentuk terjadi karena untuk penggunaan lahan dengan

luasan kecil tidak termasuk dalam satu segmen pada hasil segmentasi sebelum perbaikan, sementara itu sesudah perbaikan segmen dengan tingginya resolusi spasial yang dimiliki maka objek dengan luasan kecil tersebut dapat dibedakan dan dipisahkan menjadi segmen berbeda.

Gambar 4 merupakan citra hasil segmentasi untuk AOI tahun 2018 yang menggunakan citra SPOT 7 hasil akuisisi tanggal 29 Mei 2018. Adapun hasil segmentasi paling optimal yang diperoleh untuk AOI tahun 2018 menggunakan parameter skala 1800 yang menghasilkan segmen objek sebanyak 93 objek. Jumlah objek yang dihasilkan dengan parameter skala 1800 pada AOI 2018 ini lebih sedikit dibandingkan jumlah yang dihasilkan pada AOI yang lain karena tipe sawah atau penggunaan lahan lainnya seperti semak/belukar dan kebun campur cenderung

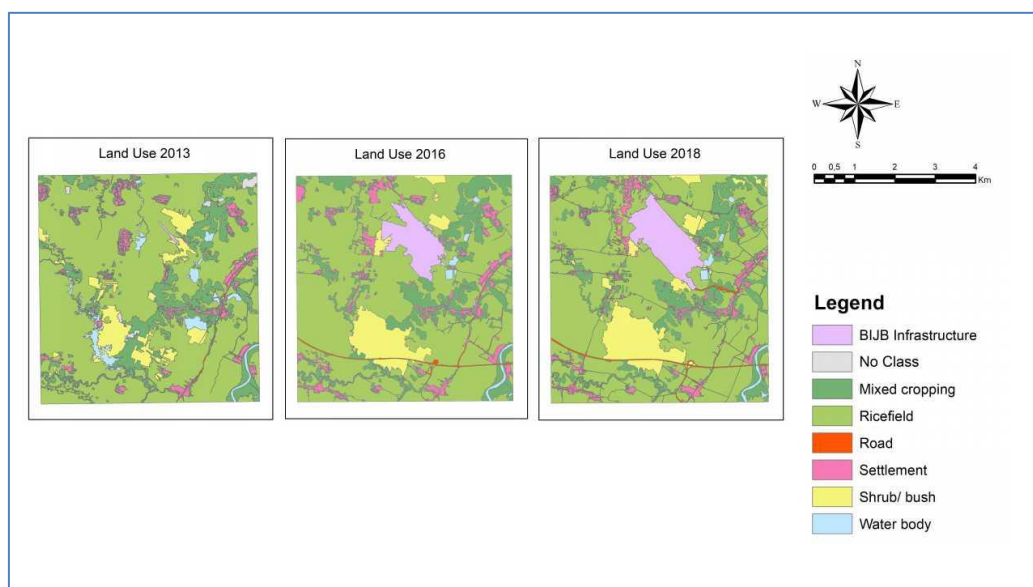
memiliki karakteristik objek yang sama sehingga masuk dalam satu poligon.



Gambar 4. Citra tersegmentasi AOI 2018
(Hasil Penelitian, 2018)

Gambar 4 (B) merupakan citra tersegmentasi sesudah melalui proses perbaikan segmen secara visual. Adapun jumlah segmen yang terbentuk sesudah dilakukan perbaikan sebanyak 1.053 objek. Jumlah segmen objek yang jauh lebih banyak terbentuk sesudah perbaikan segmen terjadi karena kompleksitas lahan yang meningkat pada tahun 2018, terutama

pada area terbangun yang membuat poligon penggunaan lahan nampak jelas bahkan ketika perbaikan segmen dilakukan dalam skala hingga 1: 2.000. Oleh karena variasi penggunaan lahan yang sangat tinggi pada AOI 2018, jumlah segmen sesudah dilakukannya perbaikan segmen meningkat tajam.



Gambar 5. Hasil klasifikasi penggunaan lahan
(Hasil Penelitian, 2018)

Gambar 5 menunjukkan klasifikasi penggunaan lahan pada tahun 2013, 2016 dan 2018. Untuk tahun 2013, penggunaan lahan terdiri dari 8 kelas yaitu infrastruktur BIJB Kertajati, kebun campur, sawah, jalan, permukiman, semak/ belukar, tubuh air dan *no class*. Untuk klasifikasi terakhir yaitu *no class* merupakan klasifikasi yang muncul karena adanya tutupan awan. Hasil klasifikasi tahun 2013 menunjukkan bahwa dominasi penggunaan lahan sawah di area kajian terlihat dengan jelas. Sementara itu nampak penggunaan lahan semak/ belukar dan kebun campur pada beberapa area. Kelas penggunaan lahan permukiman yang diberi warna merah muda terlihat ada di beberapa lokasi. Untuk infrastruktur BIJB Kertajati yang diberi warna ungu muda baru terlihat sebagian kecil di bagian tengah utara yaitu bagian landas pacu.

Hasil klasifikasi tahun 2016 menunjukkan kelas penggunaan lahan yang ada diantaranya infrastruktur BIJB Kertajati, kebun campur, sawah, jalan, permukiman, semak/ belukar dan tubuh air. Pada tahun ini terlihat dengan jelas bahwa pembangunan infrastruktur BIJB Kertajati sudah berjalan intensif dan menyebabkan perubahan penggunaan lahan yang signifikan di area kajian, khususnya untuk lahan sawah dan semak/ belukar. Tubuh air pada area infrastruktur BIJB Kertajati yang semula ada pada AOI 2013 telah beralih fungsi menjadi infrastruktur bandara pada tahun 2016. Perubahan lain yang cukup mencolok adalah munculnya akses jalan tol pada bagian selatan yang tentu akan mempermudah akses menuju bandara. Keberadaan jalan tol dan jalan raya baik itu yang baru dibangun maupun yang sudah ada berkontribusi pada pertumbuhan populasi di sekitarnya (Kim & Han, 2016).

Hasil klasifikasi selanjutnya yang terletak paling kanan menunjukkan penggunaan lahan tahun 2018. Kelas penggunaan lahan yang ada pada tahun ini yaitu infrastruktur BIJB Kertajati, kebun campur, sawah, jalan, permukiman, semak/ belukar dan tubuh air. Penggunaan lahan berupa infrastruktur BIJB Kertajati

semakin meluas pada tahun 2018. Perubahan lain adalah penambahan akses jalan yang diberi warna merah dari bagian selatan bandara menuju permukiman di sekitar bandara, yang tentunya akan mempermudah akses menuju tol dan sebaliknya. Permukiman yang ada di sekitar bandara juga mengalami penambahan namun belum terlalu signifikan. Keberadaan akses baru yang menghubungkan bandara ke jalan tol Cipali berpotensi mempengaruhi alih fungsi lahan pertanian di sekitar jalan raya baru tersebut karena adanya akses akan memicu pertumbuhan ekonomi maupun populasi di suatu wilayah.

Gambar 6 menunjukkan diagram pie proporsi kelas penggunaan lahan AOI 2013, 2016 dan 2018. Secara jelas nampak dari diagram tersebut bahwa pada AOI 2013 ini, penggunaan lahan didominasi oleh penggunaan lahan sawah dan kebun campur. Sementara itu penggunaan lahan yang terlihat cukup banyak dari diagram tersebut adalah permukiman, semak/ belukar dan tubuh air. Untuk penggunaan lahan lainnya seperti infrastruktur BIJB Kertajati, jalan dan tutupan awan belum terlihat jelas secara visual keberadaannya pada diagram ini karena persentasenya yang masih terlalu kecil.

Gambar 6 menunjukkan diagram pie persentase kelas penggunaan lahan AOI 2016. Secara umum terlihat bahwa kelas penggunaan lahan yang dominan pada tahun ini adalah sawah. Selanjutnya kelas penggunaan lahan yang cukup banyak pada tahun ini yaitu kebun campur dan semak/ belukar. Beberapa kelas penggunaan lahan yang belum terlihat pada tahun 2013 mulai terlihat tahun ini yaitu infrastruktur BIJB Kertajati yang diberi warna magenta dan jalan yang mulai sedikit terlihat dan diberi warna merah. Kelas lainnya yaitu permukiman terlihat semakin meningkat, berbeda dengan kelas tubuh air yang menurun. Meskipun kelas penggunaan lahan sawah mengalami penurunan, namun kelas ini masih dominan pada tahun ini.



Gambar 6. Diagram proporsi kelas penggunaan lahan (Hasil Penelitian, 2018)

Dari Gambar 6 diketahui bahwa kelas penggunaan lahan sawah masih dominan pada tahun 2018 ini. Kelas kebun campur juga memiliki persentase yang cukup besar disusul kelas semak/ belukar. Infrastruktur BIJB Kertajati yang diberi warna magenta terlihat meningkat pada

tahun 2018 ini, juga permukiman yang diberi warna ungu muda. Untuk kelas jalan yang berwarna merah hanya terlihat sedikit peningkatan sementara tubuh air yang berwarna biru tidak terlalu berbeda jika dibandingkan dengan kondisi tahun sebelumnya yaitu tahun 2016.

Tabel 2. Matrik perubahan luas penggunaan lahan antara tahun 2013-2018

Area (Ha)		Penggunaan Lahan 2018 (Ha)							Grand Total
		Infrastruktur BIJB	Kebun campur	Sawah	Jalan	Permukiman	Semak/ belukar	Tubuh air	
Penggunaan Lahan 2013 (Ha)	Infrastruktur BIJB	10,10							10,10
	No class		16,20	11,80	0,20		23,40		51,60
	Kebun campur	24,80	973,76	167,30	20,50	99,10	199,20	14,50	1499,16
	Sawah	413,30	202,50	4894,50	78,20	118,00	101,50	14,80	5822,80
	Jalan		1,10	3,20	11,50	2,40	0,20		18,40
	Permukiman	20,80	28,20	15,00	5,20	272,60	19,60	0,00	361,40
	Semak/ belukar	53,20	14,90	127,90	6,50	3,80	352,20	0,20	558,70
	Tubuh air	24,50	36,60	127,60	4,50	1,90	44,80	66,90	306,80
Grand Total		546,70	1273,26	5347,30	126,60	497,80	740,90	96,40	8628,96

Sumber: Hasil Penelitian, 2018

Tabel 2 menunjukkan matrik perubahan luas penggunaan lahan sejak

tahun 2013 hingga tahun 2018. Dari tabel tersebut diketahui bahwa penggunaan

lahan infrastruktur BIJB pada tahun 2013 yaitu seluas 10,10 ha dan meningkat pada tahun 2018 menjadi seluas 546,70 ha. Adapun penggunaan lahan yang mengalami perubahan menjadi infrastruktur BIJB selama kurun waktu tersebut yaitu sawah yang mengalami konversi lahan seluas 413,30 ha, kebun campur seluas 24,80 ha, permukiman seluas 20,80 ha, semak/ belukar seluas 53,20 ha dan tubuh air seluas 24,50 ha. Selanjutnya terdapat *no class* pada tahun 2013 yang merupakan luasan tutupan awan pada AOI tahun 2013 yaitu seluas 51,60 ha. Kelas lainnya yaitu kebun campur pada tahun 2013 memiliki luas 1.499,16 ha kemudian mengalami penurunan luasan pada tahun 2018 menjadi 1.273,26 ha pada tahun 2018. Penambahan luas terbesar menjadi kebun campur pada tahun 2018 yaitu dari penggunaan lahan sawah seluas 202,50 ha. Sementara itu pengurangan luasan kebun campur terbesar menjadi penggunaan lahan lainnya pada tahun 2018 adalah menjadi semak/ belukar seluas 199,20 ha dan menjadi sawah seluas 167,30 ha.

Selanjutnya untuk penggunaan lahan sawah mengalami konversi lahan terbesar sejak tahun 2013 hingga 2018 yaitu dari 5.822,80 ha menjadi 5.347,30 ha pada tahun 2018. Pengurangan luas lahan sawah terjadi akibat perubahan dari beberapa penggunaan lahan asal berupa sawah, diantaranya menjadi infrastruktur BIJB seluas 413,30 ha, kebun campur seluas 202,50 ha, jalan seluas 78,20 ha, permukiman seluas 118,0 ha, semak belukar seluas 101,50 ha dan menjadi tubuh air seluas 14,80 ha. Sementara itu untuk perubahan penggunaan lahan menjadi sawah yang terbesar adalah kebun campur seluas 167,30 ha, semak/ belukar seluas 127,90 ha dan tubuh air seluas 127,60 ha.

Penggunaan lahan selanjutnya yaitu jalan. Luas jalan ini mengalami peningkatan dari 18,40 ha menjadi 126,60 ha. Pada tahun 2018, luas jalan meningkat setelah beberapa penggunaan lahan mengalami konversi menjadi penggunaan lahan jalan. Beberapa penggunaan lahan yang paling signifikan mengalami konversi menjadi jalan adalah

sawah seluas 78,20 ha dan kebun campur seluas 20,50 ha. Penggunaan lahan lainnya yaitu permukiman mengalami kenaikan luasan dari 361,40 ha menjadi 497,80 ha. Penggunaan lahan yang cukup signifikan mengalami konversi sehingga penggunaan lahan permukiman mengalami kenaikan luasan adalah sawah seluas 118,0 ha dan kebun campur seluas 99,10 ha. Penggunaan lahan selanjutnya adalah semak/ belukar yang mengalami kenaikan luasan dari 558,70 ha menjadi 740,90 ha pada tahun 2018. Beberapa kelas penggunaan lahan yang cukup banyak mengalami konversi lahan menjadi semak/ belukar diantaranya kebun campur seluas 199,20 ha, sawah seluas 101,50 ha, juga tubuh air seluas 44,80 ha. Penggunaan lahan lainnya yaitu tubuh air yang mengalami penurunan luasan yaitu dari 306,80 ha menjadi 96,40 ha. Penurunan yang cukup besar ini dikarenakan beberapa penggunaan lahan yang pada tahun 2013 merupakan tubuh air mengalami perubahan. Adapun penggunaan lahan tersebut diantaranya sawah seluas 127,60 ha, semak/ belukar seluas 44,80 ha, kebun campur seluas 36,60 ha, juga infrastruktur BIJB seluas 24,50 ha.

Gambar 7 menunjukkan *masterplan* pembangunan BIJB Kertajati yang di-*overlay* dengan citra resolusi tinggi. Dari citra tersebut diketahui bahwa di sekitar area bandara akan dibangun kota dengan konsep *aero city* atau kota bandara yang akan meningkatkan geliat perekonomian di wilayah Kertajati khususnya dan Majalengka secara lebih luas. Dalam *masterplan* ini kondisi BIJB Kertajati dan sekitarnya ke depan digambarkan berpusat pada bagian utara jalan tol Cipali. Bagian utara jalan tol Cipali sebagian besar merupakan lahan pertanian. Lahan pertanian memang memiliki potensi alih fungsi lahan yang besar menjadi area terbangun dalam perkembangan kota sebagaimana penelitian yang telah dilakukan dalam kasus perkembangan kota di Mesir (Hegazy & Kaloop, 2015). Pada area bagian utara tol Cipali sekitar BIJB Kertajati ini akan dibangun stasiun kereta

api, kompleks hunian murah, apartemen, taman kota, kawasan industri, kawasan perdagangan, juga tempat rekreasi. Dilihat dari posisi *aero city* yang direncanakan, lokasinya persis di bagian utara jalan tol Cipali sekitar exit tol bandara. Dengan

demikian penggunaan lahan yang potensial terdampak sebagian besar adalah sawah, selain itu penggunaan lahan lain yang berpotensi terdampak yaitu kebun campur dan semak belukar.



Gambar 7. Masterplan pembangunan area BIJB Kertajati dan sekitarnya (Pusfatja, 2018)

KESIMPULAN

Lahan sawah sebagai kelas penggunaan yang mendominasi di kawasan BIJB Kertajati mengalami penurunan luasan dari tahun ke tahun sebagai dampak pembangunan BIJB Kertajati. Penggunaan lahan sawah mengalami penurunan luasan sejak 2013 hingga 2018 di wilayah kajian, yaitu dari 5.822,80 ha pada tahun 2013 menjadi 5.347,30 ha pada tahun 2018. Berdasarkan *masterplan* pembangunan BIJB Kertajati diketahui bahwa kota bandara atau *aero city* Kertajati akan dibangun pada bagian utara jalan tol Cipali tepatnya *exit* tol bandara. Hal ini menyebabkan penggunaan lahan sawah, kebun campur dan semak/ belukar pada bagian utara wilayah tersebut berpotensi mengalami penurunan pada masa yang akan datang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh LAPAN atas dukungan yang diberikan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Baatz, M., & Schäpe, A. (2000). Multiresolution segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII. Beiträge Zum AGIT-Symposium Salzburg 2000*, 12-23.
- Bacior, S., & Prus, B. (2018). Infrastructure development and its influence on agricultural land and regional sustainable development. *Ecological Informatics*, 44(February), 82-93.

- <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.02.001>
- Banzhaf, E., Kollai, H., & Kindler, A. (2018). *Mapping urban grey and green structures for liveable cities using a 3D enhanced OBIA approach and vital statistics*. *Geocarto International* (Vol. 0). Taylor & Francis.
<https://doi.org/10.1080/10106049.2018.1524514>
- Ben-Yosef, G., Assif, L., & Ullman, S. (2018). Full interpretation of minimal images. *Cognition*, 171(November 2017), 65–84.
<https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.10.006>
- Benz, U. C., Hofmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I., & Heynen, M. (2004). Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 58(3–4), 239–258.
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2003.10.002>
- Blaschke, T., Hay, G. J., Kelly, M., Lang, S., Hofmann, P., Addink, E., ... Tiede, D. (2014). Geographic Object-Based Image Analysis - Towards a new paradigm. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 87, 180–191.
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2013.09.014>
- Carbonera, J. L., Abel, M., & Scherer, C. M. S. (2015). Visual interpretation of events in petroleum exploration: An approach supported by well-founded ontologies. *Expert Systems with Applications*, 42(5), 2749–2763.
<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.11.021>
- Cegielska, K., Noszczyk, T., Kukulska, A., Szylar, M., Hernik, J., Dixon-Gough, R., ... Filepné Kovács, K. (2018). Land use and land cover changes in post-socialist countries: Some observations from Hungary and Poland. *Land Use Policy*, 78(April), 1–18.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.06.017>
- Chen, G., Thill, J. C., Anantsuksomsri, S., Tontisirin, N., & Tao, R. (2018). Stand age estimation of rubber (*Hevea brasiliensis*) plantations using an integrated pixel- and object-based tree growth model and annual Landsat time series. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 144(May), 94–104.
<https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2018.07.003>
- Chen, G., Weng, Q., Hay, G. J., & He, Y. (2018). Geographic object-based image analysis (GEOBIA): emerging trends and future opportunities. *GIScience and Remote Sensing*, 55(2), 159–182.
<https://doi.org/10.1080/15481603.2018.1426092>
- de Freitas, M. W. D., Muñoz, P., dos Santos, J. R., & Alves, D. S. (2018). Land use and cover change modelling and scenarios in the Upper Uruguay Basin (Brazil). *Ecological Modelling*, 384(December 2017), 128–144.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2018.06.009>
- Definiens. (2012). Developer XD 2.0.4 Reference Book. Retrieved from www.definiens.com
- Ellis, E. A., & Mathews, A. J. (2018). Object-based delineation of urban tree canopy: assessing change in Oklahoma City, 2006–2013. *Computers, Environment and Urban Systems*, 73(May 2018), 85–94.
<https://doi.org/10.1016/j.compenvurb.2018.08.006>
- Estoque, R. C., & Murayama, Y. (2015). Intensity and spatial pattern of urban land changes in the megacities of Southeast Asia. *Land Use Policy*, 48, 213–222.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.05.017>

- Gibson, L., Münch, Z., Palmer, A., & Mantel, S. (2018). Future land cover change scenarios in South African grasslands - implications of altered biophysical drivers on land management. *Heliyon*, 4(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00693>
- Haque, M. I., & Basak, R. (2017). Land cover change detection using GIS and remote sensing techniques: A spatio-temporal study on Tanguar Haor, Sunamganj, Bangladesh. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 20(2), 251-263. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2016.12.003>
- Hegazy, I. R., & Kaloop, M. R. (2015). Monitoring urban growth and land use change detection with GIS and remote sensing techniques in Daqahlia governorate Egypt. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 4(1), 117-124. <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2015.02.005>
- Hermawan, H. (2017). Pengembangan Destinasi Wisata Pada Tingkat Tapak Lahan Dengan Pendekatan Analisis Swot. *Pariwisata*, IV(2), 64-74. Retrieved from <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/jp>
- Hidayat, F., Rudiastuti, A. W., & Purwono, N. (2018). GEOBIA an (Geographic) Object-Based Image Analysis for coastal mapping in Indonesia: A Review. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 162.
- Indah, N. F., & Ma'rif, S. (2014). Pengaruh keberadaan Bandara Internasional Kualanamu terhadap perubahan sosial ekonomi dan perubahan fisik kawasan sekitarnya. *Teknik PWK*, 3(1), 82-95. Retrieved from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/pwk/article/view/4393>
- Janík, T., & Romportl, D. (2018). Recent land cover change after the Kyrill windstorm in the Šumava NP. *Applied Geography*, 97(June 2017), 196-211. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2018.06.006>
- Kefalas, G., Poirazidis, K., Xofis, P., & Kalogirou, S. (2018). Mapping and understanding the dynamics of landscape changes on heterogeneous mediterranean Islands with the use of OBIA: The case of Ionian Region, Greece. *Sustainability (Switzerland)*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/su10092986>
- Kim, J. Y., & Han, J. H. (2016). Straw effects of new highway construction on local population and employment growth. *Habitat International*, 53, 123-132. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.11.009>
- Kumari, A., & Sharma, A. K. (2017). Physical & social infrastructure in India & its relationship with economic development. *World Development Perspectives*, 5, 30-33. <https://doi.org/10.1016/j.wdp.2017.02.005>
- Kushardono, D. (2012). Simulasi pertumbuhan lahan terbangun berbasis data satelit penginderaan jauh multitemporal pada studi kasus Jakarta dan sekitarnya.
- Li, X., & Shao, G. (2013). Object-based urban vegetation mapping with high-resolution aerial photography as a single data source. *International Journal of Remote Sensing*, 34(3), 771-789. <https://doi.org/10.1080/01431161.2012.714508>
- Manalu, R. J. (2014). Deteksi perubahan penutup lahan berdasarkan analisis visual dari citra Landsat TM Studi Kasus: Lemah Abang Bekasi. *Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Untuk Sumber Daya Wilayah Darat*, 95-104.

- Maparu, T. S., & Mazumder, T. N. (2017). Transport infrastructure, economic development and urbanization in India (1990–2011): Is there any causal relationship? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 100, 319–336. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.04.033>
- Maryaningsih, N., Hermansyah, O., & Savitri, M. (2014). PENGARUH INFRASTRUKTUR TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI INDONESIA. *Buletin Ekonomi Moneter Dan Perbankan*, 17(1), 62–98. <https://doi.org/10.21098/bemp.v17i1.44>
- Mazur, A. K., Wählin, A. K., & Krężel, A. (2017). An object-based SAR image iceberg detection algorithm applied to the Amundsen Sea. *Remote Sensing of Environment*, 189, 67–83. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.11.013>
- Mui, A., He, Y., & Weng, Q. (2015). An object-based approach to delineate wetlands across landscapes of varied disturbance with high spatial resolution satellite imagery. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 109, 30–46. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.08.005>
- Pandit, A., Minné, E. A., Li, F., Brown, H., Jeong, H., James, J. A. C., ... Crittenden, J. C. (2017). Infrastructure ecology: an evolving paradigm for sustainable urban development. *Journal of Cleaner Production*, 163, S19–S27. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.010>
- Rahmati, O., Tahmasebipour, N., Haghizadeh, A., Pourghasemi, H. R., & Feizizadeh, B. (2017). Evaluating the influence of geo-environmental factors on gully erosion in a semi-arid region of Iran: An integrated framework. *Science of the Total Environment*, 579, 913–927. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.176>
- Sari, N. M., & Kushardono, D. (2016). Quality analysis of single tree object with OBIA and vegetation index from LAPAN Surveillance Aircraft multispectral data in urban area. *Geoplanning: Journal of Geomatics and Planning*, 3(2), 93–106. <https://doi.org/10.14710/geoplanning.3.2.93-106>
- Setiawan, M. I., Sukoco, A., Purworusmiadi, T., Wajdi, M. B. N., & Kurniasih, N. (2017). Pengembangan Bandara Udara, dampaknya dalam Peningkatan Wisata Halal dan Wisata Muslim di Indonesia. *At-Tahdzib: Jurnal Studi Islam Dan Muamalah*, 5(2), 125–147. Retrieved from <http://ejournal.kopertais4.or.id/mataraman/index.php/tahdzib/article/view/3252>
- Sukwika, T. (2018). Peran Pembangunan Infrastruktur terhadap Ketimpangan Ekonomi Antarwilayah di Indonesia, 6, 115–130. <https://doi.org/10.14710/jwl.6.2.115-130>
- Tallapragada, V. V. S., Reddy, D. M., Kiran, P. S., & Reddy, D. V. (2015). A novel medical image segmentation and classification using combined feature set and decision tree classifier. *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology*, 04(09), 83–86. <https://doi.org/10.1097/01.NUR.0000325379.07342.75>
- Tan, R., Liu, K., & Lin, B. (2018). Transportation infrastructure development and China's energy intensive industries - A road development perspective. *Energy*, 149, 587–596. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.02.041>

- Toure, S. I., Stow, D. A., Shih, H. chien, Weeks, J., & Lopez-Carr, D. (2018). Land cover and land use change analysis using multi-spatial resolution data and object-based image analysis. *Remote Sensing of Environment*, 210(March), 259-268. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2018.03.023>
- Vogels, M. F. A., de Jong, S. M., Sterk, G., & Addink, E. A. (2017). Agricultural cropland mapping using black-and-white aerial photography, Object-Based Image Analysis and Random Forests. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 54, 114-123. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2016.09.003>
- Watmough, G. R., Palm, C. A., & Sullivan, C. (2017). An operational framework for object-based land use classification of heterogeneous rural landscapes. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 54, 134-144. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2016.09.012>
- Whiteside, T. G., & Bartolo, R. E. (2015). Use of WorldView-2 time series to establish a wetland monitoring program for potential offsite impacts of mine site rehabilitation. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 42, 24-37. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2015.05.002>
- Yang, B., Zeng, F., Yuan, M., Li, D., Qiu, Y., & Li, J. (2011). Measurement of Dongting Lake area based on visual interpretation of polders. *Procedia Environmental Sciences*, 10(PART C), 2684-2689. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.09.417>
- Yuliana, D., & Subekti, S. (2016). Strategi pengembangan Bandara Soekarno Hatta dalam mendukung destinasi pariwisata prioritas Tanjung Lesung - Pandeglang dan sekitarnya. *Jurnal Transportasi Multimoda*, 14(4), 177-192.
- Zhao, T., & Wang, J. (2014). Use of lidar-derived NDTI and intensity for rule-based object-oriented extraction of building footprints. *International Journal of Remote Sensing*, 35(2), 578-597. <https://doi.org/10.1080/01431161.2013.871394>
- Zulfikar, W., & Rukayat, Y. (2017). Dampak sosial, ekonomi dan politis dalam pembangunan Bandar Udara Kertajati di Kabupaten Majalengka. *Sosiohumaniora*, 19(3), 225-232.