

INFO ARTIKEL

Riwayat Artikel:

Diterima : 02-01-2021

Disetujui : 18-02-2021

GEOGRAFI

ANALISIS PARAMETER SEGMENTASI PADA PERANGKAT LUNAK *ECOGNITION* MENGGUNAKAN DATA CITRA FOTO UDARA**Handoko Dwi Julian¹,**¹Teknik Survei dan Pemetaan, Fakultas Teknik, Universitas Indo Global Mandiri, Palembang

(✉) *: handokodwijulian@uigm.ac.id

ABSTRACT

Image segmentation is the main step for object-based classification, either on satellite imagery or aerial photographs. Image segmentation is generally defined as the process of partitioning an image into a homogeneous group, whether in adjacent areas or not. This study aims to identify the results of segmentation by using different values both on the parameters of scale, shape, and compactness. To obtain these results, several approaches can be used, one of which is the multiresolution segmentation method developed by Ecognition Developer 8.9 software. The multiresolution segmentation algorithm method works by considering several parameters, including scale, shape, and compactness parameters. The segmentation process is carried out on aerial photographs of some areas in Pontianak City with a Ground Sample Distance (GSD) of 15cm. Tests were carried out by experiments on projects 1 and 2 where different weights were given for the value of scale, shape, and compactness. In project 1, only 1 level was carried out and given the scale, shape, and compactness values of 25; 0.7; 0.3. In project 2 an iterative test was carried out with 4 levels. Level 1 is given a value of 5; 0; 1 level 2 is given a value of 10; 0.3; 0.7 level 3 is given a value of 20; 0.5; 0.5, while level 4 is given a value of 25; 0.7; 0.3. The results showed that the number of objects segmented in project 1 (level 1) was 3966. Levels 1,2,3, and 4 in project 2 respectively resulted in 63674, 26649, 7397, 3966 segmented objects.

Keyword : *ecognition, aerial photography, segmentation, multiresolution segmentation.*

ABSTRAK

Segmentasi Citra merupakan langkah utama untuk melakukan klasifikasi berbasis objek baik pada citra satelit ataupun foto udara. Segmentasi citra secara umum didefinisikan sebagai proses mempartisi suatu gambar menjadi kelompok yang homogen baik didaerah yang berdekatan ataupun tidak. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi hasil segmentasi dengan menggunakan nilai yang berbeda baik pada parameter skala, bentuk, maupun kekompakkan. Untuk memperoleh hasil tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa pendekatan salah satunya adalah metode segmentasi multiresolusi yang dikembangkan perangkat lunak *ecognition developer 8.9*. Metode algoritma multiresolusi segmentasi bekerja dengan mempertimbangkan pada beberapa parameter antara lain parameter skala, bentuk, dan kekompakkan. Proses segmentasi dilakukan pada citra foto udara pada sebagian daerah di Kota Pontianak dengan *Ground Sample Distance (GSD)* 15cm. Pengujian dilakukan dengan percobaan pada project 1 dan 2 dimana diberikan pembobotan berbeda-beda untuk nilai skala, bentuk, dan kekompakkan. Pada project 1 hanya dilakukan 1 level dan diberikan nilai skala, bentuk, dan kekompakkan sebesar 25;0,7;0,3. Pada project 2 dilakukan pengujian secara iterasi dengan 4 level. Level 1 diberikan nilai sebesar 5;0;1 level 2 diberikan nilai sebesar 10;0,3;0,7 level 3 diberikan nilai sebesar 20;0,5;0,5 sedangkan level 4 diberikan nilai sebesar 25;0,7;0,3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah objek yang tersegmentasi pada project 1 (level 1) adalah sebanyak 3966. Level 1,2,3, dan 4 pada project 2 berturut turu memperoleh hasil objek tersegmentasi sebanyak 63674, 26649, 7397, 3966.

Kata Kunci: *ecognition, foto udara, segmentasi, segmentasi multiresolusi.*

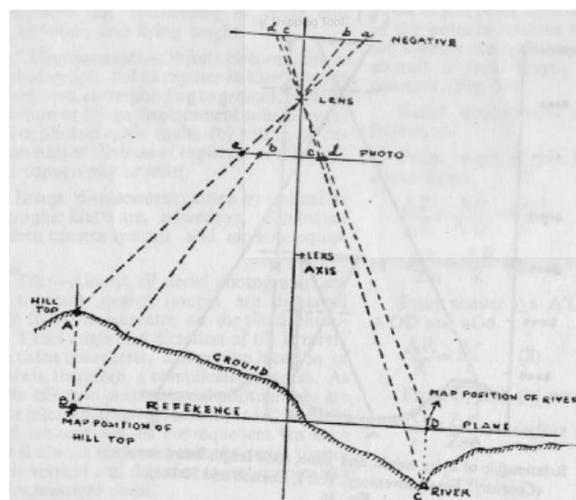
PENDAHULUAN

Penginderaan jauh dapat dibedakan menjadi dua bentuk yaitu penginderaan jauh sistem pasif dan penginderaan jauh sistem aktif. Penginderaan jauh sistem pasif merupakan penginderaan jauh yang menggunakan energi yang berasal dari objek dipermukaan bumi. Energi dapat berupa pantulan dari sumber lain, dalam hal ini umumnya adalah matahari. Energi dari matahari dipancarkan pada objek lalu kemudian dipantulkan menuju sensor. Dikarenakan sensor sistem pasif tidak membangkitkan energi sendiri oleh karena itu energi dapat juga berasal dari pancaran suatu objek seperti sumber-sumber thermal, misal lokasi kebakaran hutan, sumber panas bumi, dan lain-lain.. Adapun berbagai satelit yang merupakan sistem penginderaan jauh pasif antara lain ; Satelit QuickBird, Ikonos, Geo-eye dan lain-lain. Selain itu, penginderaan jauh sistem aktif merupakan penginderaan jauh yang menggunakan energi yang berasal dari sensor tersebut. Sensor membangkitkan energi yang diarahkan pada objek kemudian objek memantulkan kembali ke sensor. Energi yang kembali ke sensor membawa informasi tentang objek tersebut.

Bangunan di perkotaan merupakan salah satu objek yang dapat menerima sensor pada sistem penginderaan jauh aktif. Energi yang diterima oleh bangunan kemudian dipantulkan kembali pada sensor sehingga diperoleh informasi spasial objek bangunan tersebut. Pengertian perkotaan menurut aspek fisik adalah kawasan terbangun (*built up area*) dan berjarak saling berdekatan/terkonsentrasi, yang meluas dari pusatnya hingga ke wilayah pinggiran, atau wilayah geografis yang didominasi oleh struktur binaan (*man made structure*). Menurut Baatz dan Schape (2000) bangunan sesungguhnya merupakan unsur perkotaan yang paling jelas terlihat dan merupakan salah satu unsur yang mempengaruhi karakteristik fisik kota sehingga objek-objek yang terekam oleh sistem penginderaan jauh aktif khususnya bangunan di wilayah perkotaan akan menghasilkan citra berupa citra ortofoto.

Citra ortofoto pada umumnya didefinisikan sebagai foto yang menyajikan gambaran obyek pada

posisi orthogonal yang benar, oleh karena itu citra ortofoto secara geometris ekuivalen dengan peta garis. Ortofoto memperlihatkan gambar-gambar fotografis yang sebenarnya dan dapat diperoleh detail yang lebih banyak (Baltsavias, dkk, 2006). Pada saat melakukan pemotretan foto udara permasalahan yang dihadapi biasanya adanya pergeseran posisi suatu objek yang disebabkan kemiringan sumbu kamera pada suatu wahana. Pergeseran letak oleh kemiringan sumbu kamera tersebut dikenal sebagai *Relief Displacement*. *Relief Displacement* adalah pergeseran posisi suatu objek pada citra saat pemotretan berlangsung yang disebabkan karena perbedaan ketinggian di suatu wilayah pada datum tertentu (Günay dkk, 2002). Menurut (Schenk, 2005) pergeseran yang terjadi tidak hanya pergeseran posisi objek pada suatu gambar namun juga dapat menyebabkan perubahan skala pada foto.



Gambar 1 Ilustrasi *Relief Displacement*

Pada gambar 1 merupakan ilustrasi dari *relief displacement*. Untuk memperoleh posisi objek sebenarnya dipermukaan bumi seperti pepohonan, gunung, ataupun bangunan maka hal yang harus dilakukan adalah dengan melakukan koreksi berupa koreksi geometrik. Koreksi geometrik dilakukan dengan menggunakan bantuan titik kontrol tanah dan model permukaan digital yang bertujuan untuk membantu menghilangkan efek *relief displacement*. Titik Kontrol Tanah dan Model Permukaan Digital merupakan masukan penting dalam proses

pembuatan citra ortofoto. Titik Kontrol Tanah digunakan untuk proses *georeferencing* yang bertujuan untuk melakukan koreksi posisi vertikal dan horizontal dalam kata lain yaitu nilai koordinat X, Y dan Z. Kemudian model permukaan digital digunakan untuk menghilangkan efek *Relief Displacement* pada citra (Falkner dan Morgan, 2002).

Segmentasi citra merupakan metode klasifikasi berbasis objek dengan cara memisahkan objek satu dengan objek lainnya berdasarkan karakteristik objek-objek tertentu. Tujuan utama dari penggunaan perangkat lunak klasifikasi citra adalah untuk menghasilkan objek yang bermakna dari citra yang digunakan (Karakis dkk, 2006). Menurut penelitian Nikhil and Sankar (1993) Segmentasi citra secara umum didefinisikan sebagai proses mempartisi suatu gambar menjadi kelompok yang homogen baik didaerah yang berdekatan ataupun tidak. Proses segmentasi citra banyak dilakukan dengan berbagai pendekatan algoritma salah satunya adalah pendekatan dengan menggunakan algoritma segmentasi multiresolusi.

Konsep daripada segmentasi multiresolusi yaitu memisahkan objek secara iteratif, di mana objek (dimulai pada piksel tiap individu) dikelompokkan hingga ambang batas yang mewakili varian objek paling atas terpenuhi. Parameter yang digunakan adalah parameter skala, parameter bentuk dan parameter kekompakan untuk meminimalkan batas fraktal objek. Jika nilai ambang parameter skala ditingkatkan, objek yang lebih besar akan dibentuk meskipun ukuran dan dimensinya berbeda tergantung pada data yang digunakan.

Algoritma segmentasi pada *ecognition* dilakukan secara iterasi dan semi otomatis. Segmentasi dapat dilakukan pada citra satelit ataupun citra foto udara. Penelitian terdahulu segmentasi dilakukan dengan menggunakan pendekatan segmentasi multiresolusi pada citra satelit dan citra foto udara (Dey dkk, 2010; Novianti, 2017; Sondang, 2010). Dalam penelitian ini ada beberapa hal yang diperhatikan seperti resolusi citra, kondisi objek pada citra, serta parameter yang digunakan untuk segmentasi citra.

METODE PENELITIAN

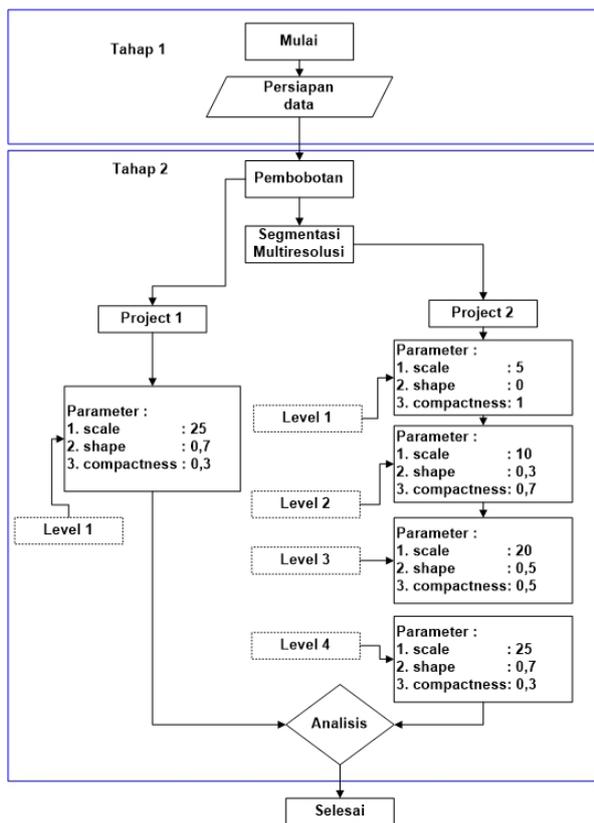
Pendekatan yang digunakan untuk melakukan analisis parameter segmentasi adalah dengan menggunakan metode segmentasi multiresolusi yang sudah disediakan oleh perangkat lunak *ecognition*. Metode segmentasi multiresolusi merupakan metode klasifikasi objek secara iterasi dengan menggunakan beberapa parameter diantaranya parameter skala, parameter bentuk, dan parameter kekompakan.

Parameter skala didasari pada nilai abstrak untuk menentukan besarnya heterogenitas objek yang diperbolehkan dalam satu objek (Trimble, 2013). Nilai parameter skala mempengaruhi ukuran objek rata-rata. Parameter ini memengaruhi heterogenitas maksimum dari objek. Semakin besar parameter skala yang diberikan maka semakin besar objek yang tersegmentasi. Pada nilai skala yang sama, kenampakan heterogen akan menghasilkan ukuran objek yang lebih kecil daripada kenampakan homogen. Parameter skala yang diberikan berbanding lurus dengan ukuran objek. Semakin besar nilai parameter skala maka semakin besar heterogenitas yang diperbolehkan, sehingga segmentasi yang dilakukan lebih kasar dan menghasilkan objek-objek dengan ukuran yang lebih besar.

Parameter bentuk didasari dengan pengaruh homogenitas bentuk pada pembuatan objek. Semakin tinggi parameter bentuk yang diberikan maka homogenitas spektral semakin mempengaruhi generasi objek. Nilai bobot parameter bentuk dipengaruhi oleh bobot parameter warna. Pemberian nilai bobot harus disesuaikan dengan fenomena yang dikaji dan karakteristik daerah kajian untuk mendapatkan hasil segmentasi yang baik. Bobot parameter bentuk yang semakin besar akan menimbulkan proses segmentasi lebih dan cenderung dipengaruhi oleh homogenitas spasial dibandingkan dengan homogenitas objek spektral. Semakin tinggi nilai parameter bentuk yang diberikan maka tekstur pada objek akan semakin kuat, sedangkan penekanan pada tekstur tidak selalu menghasilkan objek citra yang dikehendaki (Soininen, 2016).

Parameter kekompakkan bekerja dengan cara memisahkan objek seragam dengan yang tidak seragam berdasarkan perbedaan nilai spektral yang relatif lemah. Semakin besar nilai parameter kekompakkan diberikan, maka objek yang dihasilkan akan memiliki bentuk yang lebih seragam. Nilai ini merupakan penyimpangan dari bentuk kompak ideal yang diberikan (Soininen, 2016).

Proses untuk melakukan segmentasi pada citra foto udara dibagi pada beberapa tahapan. Tahap pertama yaitu persiapan data dan tahap kedua yaitu pembobotan parameter menggunakan algoritma segmentasi. Tahapan penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir pada gambar berikut.



Gambar 2 Diagram alir proses penelitian

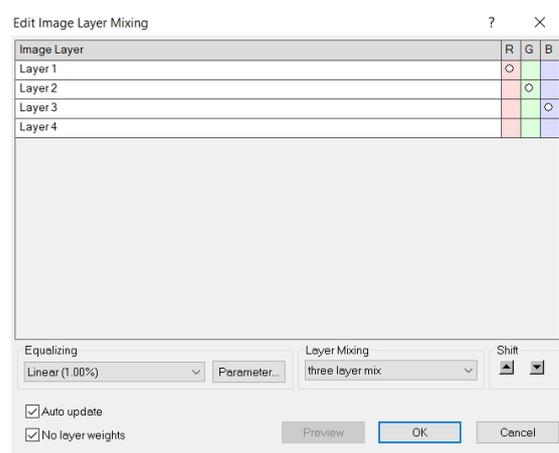
Tahapan penelitian diawali dengan mempersiapkan citra foto udara. Citra foto udara yang digunakan merupakan wilayah perkotaan di Kota Pontianak dimana kondisi citra hampir sebagian besar merupakan objek bangunan. Bangunan pada citra foto udara tersebut memiliki kerapatan berbeda – beda seperti yang ditunjukkan pada gambar 3. Citra foto udara di *input*-kan pada

perangkat lunak *ecognition*. Citra foto udara yang digunakan untuk penelitian memiliki 4 spektrum antara lain spektrum 1,2,3, dan 4. Spektrum 1,2,3 merupakan spektrum *red*, *green*, dan *blue*(multispektral) dan spektrum 4 merupakan pankromatik.



Gambar 3 Citra Foto Udara Wilayah Perkotaan

Pankromatik merupakan hasil citra yang diperoleh dari cahaya tampak sehingga citra cenderung memiliki resolusi tinggi. Pankromatik biasanya memiliki warna hitam-putih. (Subramanian, dkk, 2015.). Berikut merupakan kenampakan layer citra foto udara yang di inputkan pada perangkat lunak *ecognition*.



Gambar 4 Tampilan Layer Mixing Citra Foto Udara

Proses segmentasi diterapkan pada dua project yaitu project 1 dan 2 dengan menggunakan pembobotan yang berbeda . Project 1 hanya dilakukan satu kali percobaan sedangkan pada project 2 dilakukan 4 kali percobaan. Tabel berikut merupakan nilai pembobotan pada masing-masing project.

Tabel 1 Tabel Parameter Pembobotan

Level segmentasi	Kanal	Parameter			Mode	
		Scale	Shape	Compactness		
Project 1	Level 1	1,2,3,4	25	0.7	0.3	Normal
Project 2	Level 1	1,2,3,4	5	0	1	Normal
	Level 2	1,2,3,4	10	0.3	0.7	Normal
	Level 3	1,2,3,4	20	0.5	0.5	Normal
	Level 4	1,2,3,4	25	0.7	0.3	Normal

Proses segmentasi pada perangkat lunak ecognition dilakukan setelah proses pembobotan seperti yang sudah dijelaskan pada bagian sebelumnya. Berikut proses pemberian parameter pada masing-masing project.

Tabel 2 Nilai Parameter tiap project

Parameter	
Project 1	PROJECT_1 13.797 20 [shape:0.2 compct:0.7] creating 'Level 1'
Project 2	PROJECT_2 16.125 5 creating 'Level 1'
	14.890 10 [shape:0.3 compct:0.7] creating 'Level 2'
	12.484 20 [shape:0.5 compct:0.5] creating 'Level 3'
	12.000 25 [shape:0.7 compct:0.3] creating 'Level 4'

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data LidAR khususnya intensitas LiDAR yang diperoleh secara bersamaan dengan data *point cloud* LiDAR banyak digunakan di beberapa aplikasi penginderaan jauh seperti ekstraksi objek bangunan di wilayah Perkotaan. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa ekstraksi objek bangunan dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan seperti yang dilakukan Rottensteiner & Briese (2001). Rottensteiner & Briese (2001) memanfaatkan hasil ekstraksi objek bangunan untuk pemodelan wilayah perkotaan 3D di Kota Wina. *Point Cloud* LidAR objek bangunan yang terekam kemudian dipisahkan dari objek-objek lain di permukaan bumi seperti objek jalan, tanah, dll kemudian *point cloud* pada objek bangunan

dibentuk menjadi *Digital Terrain Model* (DTM). DTM tersebut digunakan pada proses segmentasi dengan menggunakan *curvature-based segmentation* sehingga hasil akhir dari penelitian diperoleh Bangunan dalam bentuk 3D.

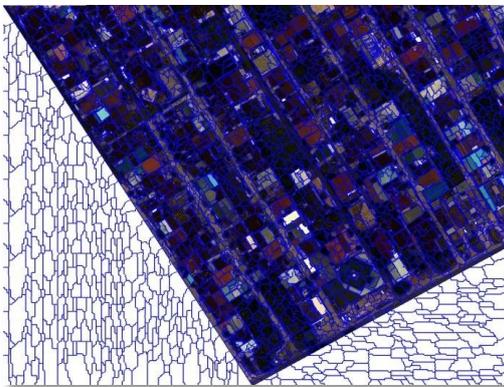
Penelitian serupa juga dilakukan oleh Li, dkk (2010) dengan judul penelitian *An Integrated System On Large Scale Building Extraction From Dsm*. Peneliti melakukan ekstraksi objek bangunan secara otomatis di kawasan perumahan di Kota Saitama Jepang menggunakan data LiDAR dan citra ortofoto. Data LiDAR yang digunakan berupa *point cloud* yang dibentuk menjadi *Digital Surface Model*. Data LiDAR dan citra ortofoto yang digunakan pada penelitian tersebut diakuisisi secara bersamaan. Metode yang dipilih pada penelitian tersebut menggunakan metode segmentasi citra. Segmentasi citra dilakukan dengan menggunakan parameter skala, bentuk, dan kekompakkan. Tujuan dari penelitian tersebut adalah membandingkan penggunaan data LiDAR dan data citra ortofoto untuk melakukan ekstraksi objek bangunan. Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan bahwa dengan ditambahkannya data LiDAR hasil ekstraksi objek bangunan yang diperoleh lebih baik dibandingkan dengan ketika hanya menggunakan data citra ortofoto khususnya di wilayah perkotaan. Penelitian mengenai ekstraksi objek bangunan secara otomatis juga dilakukan oleh Uzar dan Yastikli (2013) dengan menggunakan data LiDAR dan ortofoto dari sistem multisensor yang proses pengambilan datanya dilakukan secara bersamaan. Ada beberapa metode yang digunakan pada penelitian tersebut diantaranya adalah *multiresolution*, *chessboard*, *contrast split segmentation*. Citra intensitas LiDAR juga ditambahkan untuk meningkatkan hasil akurasi kelas bangunan. Uji kualitas hasil pada penelitian ini menggunakan data referensi berupa digitasi manual kemudian dibandingkan dengan hasil ekstraksi bangunan yang dilakukan secara otomatis. Hasil akhir menunjukkan bahwa ekstraksi bangunan menggunakan kombinasi data LiDAR dan ortofoto dengan metode segmentasi memperoleh *overall accuracy* sekitar 93 %, *correctness accuracy* 95,02 %, dan *completeness accuracy* 96,73%.

Dari beberapa hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya membuktikan bahwa segmentasi citra dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti ekstraksi objek di permukaan bumi dan pemodelan 3D perkotaan. Pada penelitian ini berfokus pada penggunaan

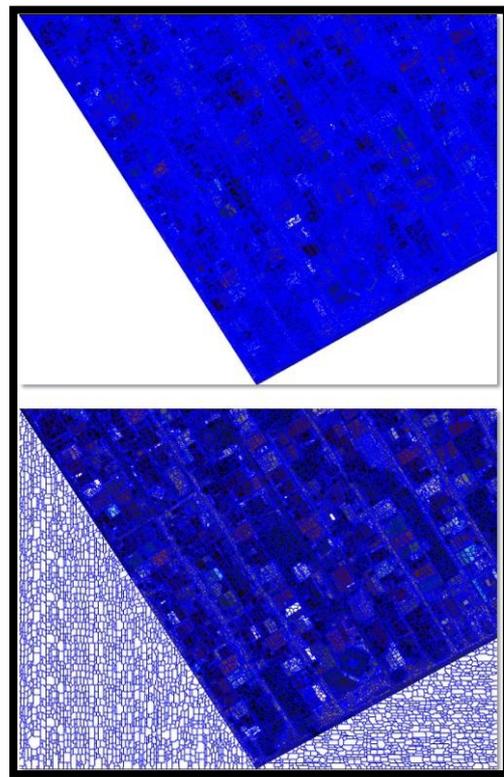
parameter yang digunakan pada segmentasi citra seperti parameter skala, bentuk, dan kekompakkan.

Hasil Segmentasi Citra

Pada bagian ini menjelaskan mengenai hasil segmentasi citra foto udara pada perangkat lunak ecognition. Algoritma segmentasi multiresolusi merupakan algoritma segmentasi semi otomatis sehingga hasil segmentasi akan terbentuk berdasarkan nilai-nilai yang dimasukkan. Segmentasi citra merupakan langkah awal untuk melakukan pengenalan objek seperti ekstraksi objek bangunan, jalan, dan objek lainnya. Pada hasil segmentasi berikut menyajikan hasil segmentasi dengan menggunakan beberapa parameter berbeda. Segmentasi citra dapat dilakukan dengan menggunakan citra satelit resolusi tinggi yang selanjutnya dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti ekstraksi objek bangunan dan jalan (Marangoz dkk, 2004). Selain itu, segmentasi citra juga dapat dilakukan dengan menggunakan citra foto udara seperti yang ditunjukkan pada gambar 5,6 dan 7.



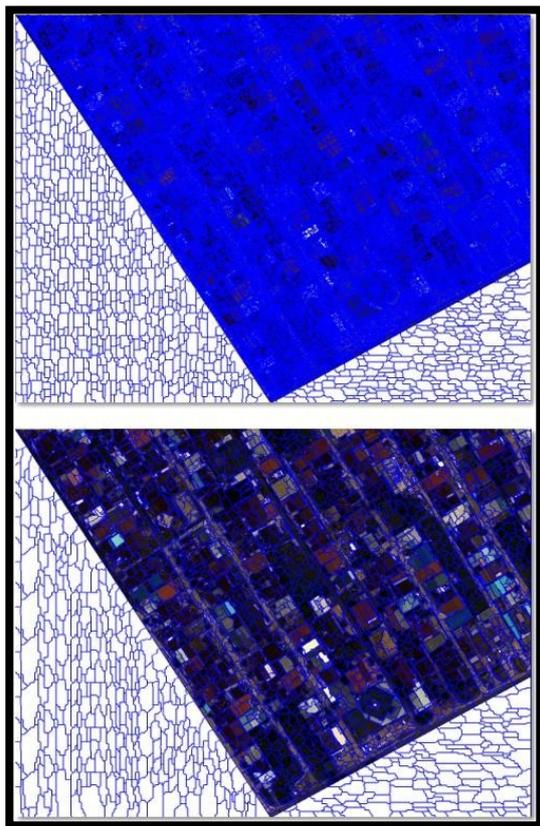
Gambar 5 Project 1 pada level 1



Gambar 6 Project 2 Level 1 dan 2

Berdasarkan dari klasifikasi yang dilakukan seperti pada gambar 5, 6 dan 7 merupakan hasil segmentasi dengan masukan nilai parameter skala, bentuk, dan kekompakkan yang berbeda beda. Masukan nilai parameter yang berbeda akan menghasilkan jumlah objek segmentasi yang berbeda (Novianti, 2017). Hal tersebut dapat dilihat dari objek yang tersegmentasi pada citra foto tersebut. Semakin tinggi pembobotan parameter skala maka objek yang terbentuk akan semakin sedikit (gambar 5). Sebaliknya jika pembobotan parameter skala kecil maka objek yang tersegmentasi akan semakin banyak (Gambar 6 & 7).

Segmentasi citra perlu dilakukan pembobotan parameter secara *trial and error*. Proses tersebut dilakukan dengan tujuan agar memperoleh nilai parameter yang memadai baik pada parameter skala, objek, ataupun kekompakkan sehingga dari percobaan tersebut dapat diperoleh hasil yang optimal.



Gambar 7 Project 2 Level 3 dan 4

Berikut jumlah objek yang tersegmentasi disajikan pada gambar 6.



Gambar 8 Jumlah segmentasi terbentuk

Hasil segmentasi yang ditampilkan pada gambar 6 menunjukkan jumlah objek yang terbentuk pada level berbeda. Project 1 terbentuk sebanyak 3966 objek kemudian pada project 2 terbagi menjadi 4 level dimana level 1 tersegmentasi sebanyak 63674 objek, level 2 sebanyak 26649 objek, level 3 sebanyak 7397, dan level 4 sebanyak 3966 objek.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis parameter segmentasi pada perangkat lunak *ecognition* menggunakan citra foto udara maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemberian nilai parameter skala, bentuk, kekompakkan pada perangkat lunak *ecognition* dengan menggunakan algoritma segmentasi multiresolusi memperoleh jumlah objek yang berbeda beda. Pada level 1 project 1 dengan nilai skala 25, bentuk 0.7, dan kekompakkan 0.3 menghasilkan jumlah objek yang tersegmen sebanyak 3966 objek. Level 1 pada project 2 dengan nilai skala 5, bentuk 0, kekompakkan 1 menghasilkan jumlah objek yang tersegmen sebanyak 63674 objek. Level 2 pada project 2 dengan nilai skala 10, bentuk 0,3, kekompakkan 0,7 menghasilkan jumlah objek yang tersegmen sebanyak 26649 objek. Sedangkan level 3 dengan nilai skala 20, bentuk 0.5, kekompakkan 0.5 menghasilkan jumlah objek tersegmen sebanyak 7397 objek.
2. Semakin besar nilai skala yang diberikan, maka objek yang tersegmen semakin besar sehingga jumlah objek yang tersegmentasi cenderung sedikit. Sebaliknya semakin kecil nilai skala yang diberikan maka objek yang tersegmen semakin kecil sehingga jumlah objek yang tersegmen cenderung lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Baatz, Martin, and Arno Schape. "Multiresolution Segmentation an Optimization Approach for High Quality Multi-Scale Image Segmentation." *Scientific Research an Academic Publisher*, 2000, pp. 12–23.
- Baltsavias, E., et al. *Extraction of Geospatial Information from High Spatial Resolution Optical Satellite Sensors*. no. September, 2006, pp. 27–30.
- Dey, V., et al. *A Review Of Image Segmentation Techniques With Remote Sensing Perspective*. Vol. XXXVIII, 2010, pp. 31–42.

-
- Falkner, Edgar, and Dennis Morgan. *Aerial Mapping*. Second edi, Press LLC, 2002.
- Günay, Arif, et al. "True Orthophoto Production Using Lidar Data." *International Society for Photogrammetry and Remote Sensing*, 2002, pp. 2–3.
- Karakis, et al. "Analysis of Segmentation Parameters in Ecognition Software Using High Resolution Quickbird MS Imagery." *ISPRS Workshop on Topographic Mapping from Space*, 2006, pp. 14–16.
- Li, Y., et al. *An Integrated System on Large Scale Building Extraction From DSM*. Vol. XXXVIII, no. Part 3B, 2010, pp. 35–39.
- Marangoz, Aycan Murat, et al. *Object Oriented Image Analysis and Semantic Network for Extracting the Roads and Buildins from Ikonos Pan Sharpened Images*. no. January, 2004.
- Nikhil, R., and K. Sankar. "A Review On Image Segmentation Techniques." *Pattern Recognition*, vol. 26, no. 9, 1993, pp. 1277–94, doi:10.1016/0031-3203(93)90135-J.
- Novianti, Tika. *Klasifikasi Berbasis Objek Untuk Ekstraksi Bangunan Menggunakan Citra Satelit Quickbird*. Universitas Gadjah Mada, 2017.
- Rottensteiner, F., and Ch Briese. *A New Method for Building Extraction in Urban Areas From High Resolution Lidar Data*. 2001.
- Schenk, T. *Introduction to Photogrammetry*. Department of Civil and Environmental Engineering and Geodetic Science, 2005.
- Soininen, Arttu. *TerraScan User's Guide*. Edited by Terrasolid, Ordnance Survey, 2016.
- Sondang, Virgus Ari. *Klasifikasi Citra Berbasis Objek Pada Ortofoto Untuk Pemetaan Penutup Lahan/ Penggunaan Lahan*. Vol. 55, no. No.1, Universitas Gadjah Mada, 2010.
- Subramanian, P., et al. *Fusion Of Multispectral and Panchromatic Images and Its Quality Assessment*. Vol. 10, no. 9, 2015, pp. 4126–32.
- Trimble. *Trimble*. Edited by Wikipublisher, Trimble Germany GmbH, Arnulfstrasse 126, D-80636 Munich, Germany.