

Kajian Keandalan True Orthophoto Untuk Pemetaan Skala Besar 1 : 5.000

True Orthophoto Reliability Study for Large-Scale Mapping 1: 5,000

Andita Putri D.*¹, Harintaka²

¹Program Studi Magister Teknik Geomatika, Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

²Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

*Korespondensi penulis: anditaputrid@gmail.com

Diterima: 18122020; Diperbaiki: 21012021; Disetujui: 26012021; Dipublikasi: 24022021

Abstrak: Pembangunan kewilayahan yang merata di Indonesia masih terkendala dengan tidak tersedianya peta dasar skala besar sebagai bahan utama dalam penyusunan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR). Data *orthophoto* dapat digunakan sebagai alternatif sumber data dalam penyediaan peta dasar skala besar. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji keandalan data *true orthophoto* hasil *dense image matching* dibandingkan dengan *ground orthophoto* bagi pembuatan unsur peta dasar skala besar di Indonesia. Area penelitian mengambil sampel wilayah urban, wilayah lahan terbuka dan wilayah bervegetasi. Tahap penelitian meliputi persiapan, pembentukan *true orthophoto*, dan analisis perbandingan antara unsur tutupan lahan pada *true orthophoto* dengan unsur tutupan lahan pada *ground orthophoto*. Berdasarkan hasil penelitian, *true orthophoto* memiliki kelemahan pada visualisasinya. Tingkat kecerahan dan kejelasan objek tutupan lahannya masih lebih rendah dibandingkan dengan data *ground orthophoto*. Kelemahan *true orthophoto* pada wilayah urban adalah banyaknya variasi rona piksel pada objek yang mengaburkan batas tutupan lahan, dominasi rona piksel objek yang menghilangkan objek lainnya dan adanya efek gergaji (*sawtooth effect*) pada bangunan tinggi. Untuk wilayah lahan terbuka dan wilayah bervegetasi terdapat kumpulan piksel yang berwarna abu-abu hingga kehitaman pada objek tutupan lahan. Perbedaan gelap terang piksel pada objek tutupan lahan dapat mempersulit identifikasi batas tutupan lahan. Secara geometri, data *true orthophoto* dapat digunakan untuk pembuatan peta dasar skala besar 1 : 5.000, hal ini ditunjukkan dengan hasil uji ketelitian geometrik horisontal (*CE90*) pada wilayah penelitian yang masuk ke dalam ketelitian peta RBI 1 : 5.000 kelas dua.

Copyright © 2021 Geoid. All rights reserved.

Abstract: The unavailability of a large scale base map creates a challenge to entirely develop equal territorial in Indonesia as the primary material for preparing Detailed Spatial Plan (DSP). The *orthophoto* data is used as an alternative source of data in the provision of large-scale maps. This study aims to examine the results of *true orthophoto* of *dense image matching* for producing the large-scale topographical elements of 1: 5,000. The findings are compared with *ground orthophoto* data in the same territory. The samples were urban areas, open land areas, and vegetated areas. The research consists of preparation, generate *true orthophoto*, and comparative analysis of research findings with *ground orthophoto*. The *true orthophoto* of *dense image matching* results has weaknesses in its visualization. The level of brightness and clarity of the land is lower than the *ground orthophoto*. The weakness of *true orthophoto* in urban areas is many hue variations of pixels on objects that obscure the land boundaries, the dominance of object pixel hue that removes other objects, and the sawtooth effect on the high buildings. Thus, there is a gray collection of black pixels on the land object for open land and vegetated areas. The difference in dark and light pixels of land objects complicates the identification of land boundaries. Geometrically, *true orthophoto* data of *dense image matching* used as primary data for making large-scale base maps of 1: 5.000 is indicated by the horizontal geometric accuracy test (*CE90*) in the research area that includes the second class topographical map accuracy of 1: 5.000.

Kata kunci: *true orthophoto*; *ground orthophoto*; *image matching*; data geospasial skala besar

Cara untuk sitasi: D, Andita Putri & Harintaka (2021). Kajian Keandalan True Orthophoto Untuk Pemetaan Skala Besar 1 : 5.000. *Geoid*, 16(2), 177-188.

Pendahuluan

Pembangunan kewilayahan yang merata menjadi salah satu target prioritas dalam Rencana Pembangunan Jangka Panjang Menengah Nasional (RPJMN) 2020-2024. Untuk mendukung pemerataan pembangunan, setiap wilayah kabupaten kota di Indonesia harus memiliki Rencana Detail Tata Ruang (RDTR). Peta dasar skala besar menjadi dasar penyusunan Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) wilayah kabupaten kota. Belum tersedianya peta dasar skala 1 : 5.000 menyebabkan hingga akhir tahun 2019 baru sekitar tiga persen dari target 1838 RDTR yang telah terselesaikan (Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2020, Lampiran I. Narasi RPJMN 2020-2024). Dalam upaya penyelesaian target RDTR untuk mendukung pemerataan pembangunan wilayah, maka penyediaan peta dasar skala besar di seluruh wilayah Indonesia (non hutan) menjadi salah satu target prioritas pembangunan kewilayahan RPJMN 2020-2024 (Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2020, Lampiran IV. Arah Pembangunan Wilayah RPJMN 2020-2024).

Salah satu data yang dapat digunakan untuk mendukung kegiatan pembuatan peta dasar skala besar adalah *orthophoto* (Instruksi Presiden nomor 6 tahun 2012). Inpres nomor 6 tahun 2012 tentang “penyediaan, penggunaan, pengendalian kualitas, pengolahan dan distribusi data satelit penginderaan jauh resolusi tinggi” membuka peluang pemanfaatan data *orthophoto* sebagai salah satu sumber alternatif penyediaan informasi geospasial dasar skala besar di Indonesia (Juniati, dkk., 2014). *Orthophoto* adalah foto udara atau citra yang telah melalui proses orthorektifikasi, foto udara yang memiliki proyeksi perspektif diubah menjadi proyeksi ortogonal. *Orthophoto* mempunyai proyeksi ortogonal, skala yang konsisten, dan memiliki referensi sistem koordinat, sehingga dapat digunakan sebagai peta (Nielsen, 2004). *Orthophoto* mempunyai kelemahan terkait dengan adanya distorsi geometris yang dikenal dengan nama *relief displacement* yang terjadi sebagai akibat dari perbedaan ketinggian objek pada area foto (Gunay, dkk., 2007). Kendala *Orthophoto* adalah adanya permukaan objek yang mengalami perubahan drastis seperti bangunan tinggi. *Relief displacement* pada bangunan tinggi menyebabkan terbentuknya *double mapped areas* (Habib, dkk., 2007).

True orthophoto mengikutsertakan elemen *surface* model ketinggian pada proses proyeksi ortogonal. Pengaruh perspektif dan *relief displacement* yang diakibatkan kondisi *terrain* maupun elemen *surface* dapat dieliminir dengan baik. Proses tersebut menghasilkan foto atau *image* pada posisi geometri yang benar dan tegak, sehingga diperoleh skala yang seragam pada *true orthophoto* (Juniati dan Harintaka, 2018). Prinsip dasar dari metode ini adalah mengidentifikasi daerah oklusi yang disebabkan oleh *relief displacement* karena perbedaan struktur vertikal objek (Habib, dkk., 2007). *True orthophoto* memberikan kesesuaian yang jauh lebih baik saat digunakan sebagai *backdrop* peta digital. Garis besar bangunan akan sangat cocok dengan *true orthophoto* (Nielsen, 2004). *Ground orthophoto* adalah *orthophoto* yang sudah menghilangkan pergeseran relief objek-objek di permukaan tanah. *True orthophoto* adalah *orthophoto* yang sudah menghilangkan pergeseran relief seluruh objek yang ada di foto udara termasuk bangunan, vegetasi dan objek-objek lain yang memiliki ketinggian.

Sampai dengan pertengahan tahun 2020, baru 1,9% peta dasar skala besar (1 : 5000) yang tersedia di Indonesia. Hal ini disebabkan karena produksi peta dasar skala besar masih menggunakan metode *stereoplotting* 3 dimensi, metode ini membutuhkan waktu, biaya dan tenaga yang tidak sedikit (Badan Informasi Geospasial, 2020). Oleh sebab itu dalam RPJMN 2020-2024, pemerintah Indonesia menetapkan target percepatan penyelesaian peta dasar skala besar 1 : 5.000. *True orthophoto* merupakan salah satu output hasil pemotretan udara baik itu menggunakan kamera metrik maupun nonmetrik untuk pembuatan peta dasar skala besar (Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 1 Tahun 2020). Pemanfaatan data *true orthophoto* dapat dijadikan sebagai alternatif sumber data dasar untuk pemetaan 1 : 5.000. Pemerintah daerah atau instansi terkait yang tidak memiliki peralatan *stereoplotter* diharapkan dapat memanfaatkan data *true orthophoto* untuk kegiatan pemetaan skala besar 1 : 5.000.

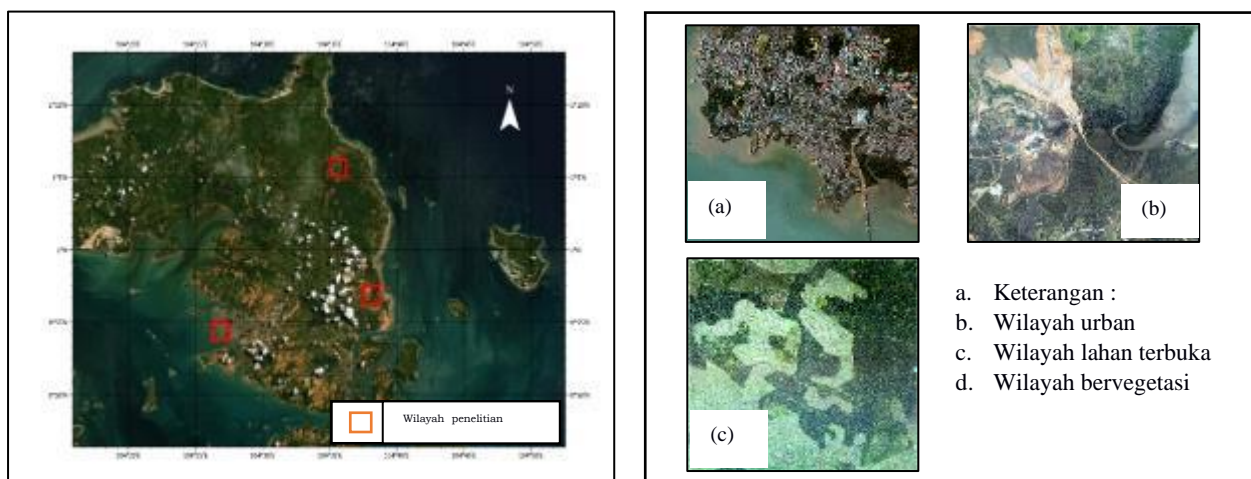
Dalam Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 1 Tahun 2020 disampaikan bahwa *true orthophoto* diperoleh dari proses *dense image matching* foto udara digital. *Dense image matching* adalah proses pencocokan gambar padat dengan membangun hubungan korespondensi antara dua *image* atau lebih. Kunci

utama dalam *dense image matching* adalah ekstraksi fitur yang bersesuaian dari *image* yang berbeda. Tujuan dari *dense image matching* adalah membangun kembali (*rebuild*) model tiga dimensi dari gambar dua dimensi. *Dense image matching* merupakan langkah penting dalam rekonstruksi tiga dimensi untuk mendapatkan informasi kedalaman (*point cloud*) dan informasi kesesuaian piksel (Zhang, dkk., 2016). Seiring dengan perkembangan *computer vision* dan perangkat keras penyimpanan data, teknik fotogrametri pencocokan gambar (*image matching*) dapat memproduksi *dense point cloud* dalam jumlah yang banyak dengan cara yang lebih mudah dan waktu yang lebih cepat (Remondino, dkk., 2013). Perkembangan algoritma *image matching* dan peningkatan kualitas sensor pencitraan udara, memungkinkan untuk mendapatkan *dense point cloud* dengan resolusi yang sesuai dengan *ground sample distance* dari foto udara asli. Teknik *dense image matching* dapat digunakan untuk alternatif perolehan data *DSM* dan *true orthophoto* (Gharibi dan Habib, 2018). *True orthophoto* dibentuk dari konversi raster data *colorized point cloud* hasil *dense image matching* (Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 1 Tahun 2020)

Penelitian ini berfokus pada kajian kualitas data *true orthophoto* hasil akuisisi foto udara 1 : 5.000 yang diolah dengan *dense image matching*. *True orthophoto* ini akan dibandingkan dengan data *ground orthophoto* dan hasil *stereoplotting* pada wilayah yang sama untuk mendapatkan informasi akurasi *true orthophoto* dalam rangka mendukung percepatan pemetaan skala besar 1 : 5.000.

Data dan Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *raw data* foto udara, parameter kamera (*interior orientation*), parameter *exterior orientation* hasil triangulasi udara, unsur rupabumi hasil *stereoplotting* dan *ground orthophoto* di wilayah penelitian. *Raw data* foto udara bersumber dari kegiatan akuisisi foto udara dan lidar pada tahun 2018 dan unsur rupabumi hasil *stereoplotting* bersumber dari kegiatan pemetaan rupabumi skala besar 1 : 5.000 tahun 2019. Lokasi penelitian terletak di sebagian wilayah Kabupaten Bintan dan Kota Tanjung Pinang, Propinsi Kepulauan Riau. Penelitian ini menggunakan tiga sampel wilayah yaitu wilayah urban, wilayah lahan terbuka dan wilayah bervegetasi. Lokasi penelitian disajikan pada gambar 1.

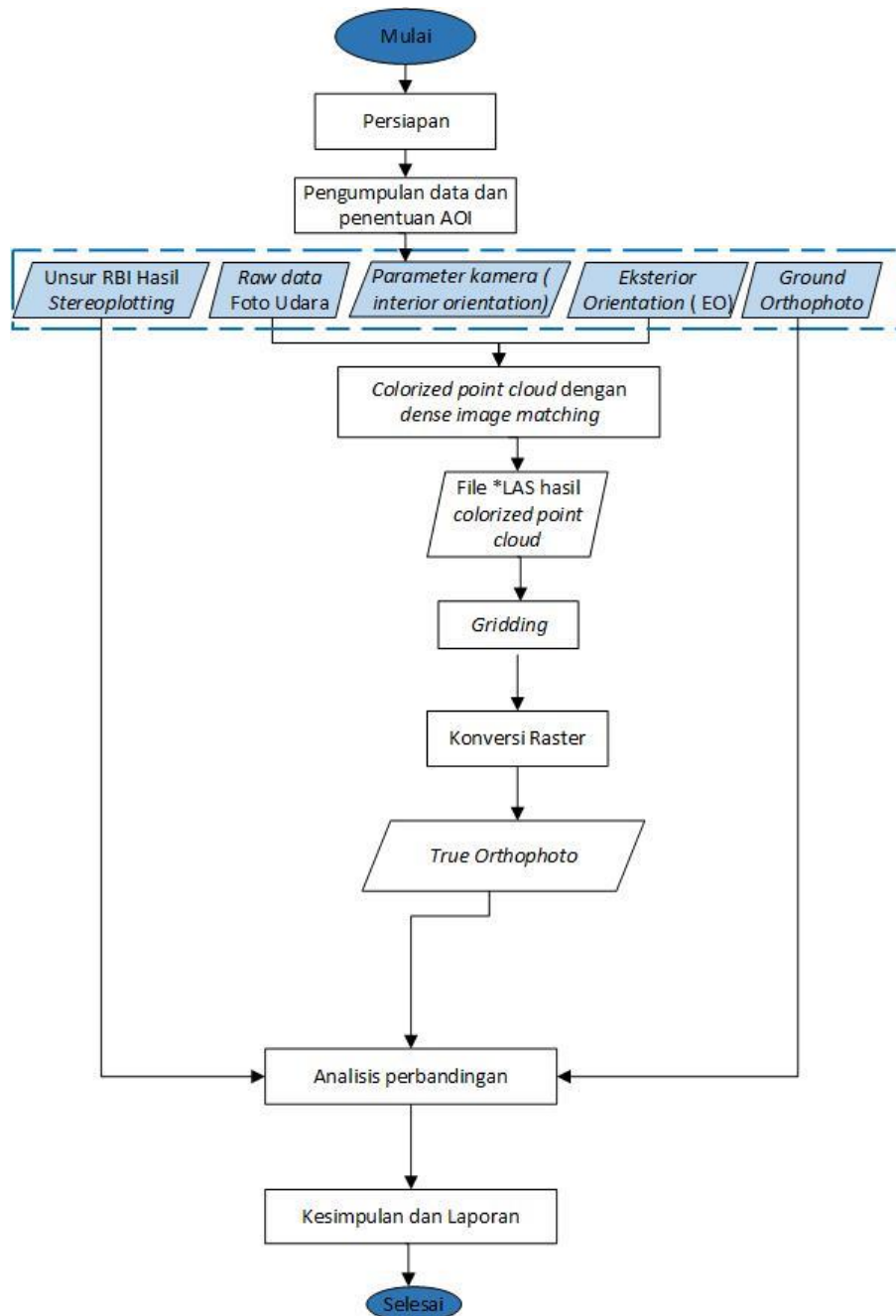


Gambar 1. Lokasi penelitian (Badan Informasi Geospasial, 2018)

Tahapan penelitian meliputi persiapan, pengumpulan data dan penentuan *Area of Interest (AOI)*, pembentukan *true orthophoto* (membentuk *colorized point cloud* menggunakan *dense image matching* dari foto udara digital, membentuk raster dari *colorized point cloud*), dan analisis hasil penelitian. Diagram alir penelitian disajikan pada gambar 2. Pada tahap persiapan dilakukan pengumpulan *raw data* foto udara, *ground orthophoto*, data tutupan lahan hasil kegiatan *stereoplotting*, parameter kamera (*interior orientation*), *exterior orientation* hasil triangulasi udara pada wilayah penelitian, dan instalasi perangkat lunak yang akan digunakan dalam penelitian. Pembentukan *colorized point cloud* membutuhkan input data *interior orientation (IO)* dari informasi sensor kamera, *raw data* foto udara, dan *eksterior orientation (EO)* yang bersumber dari GNSS dan IMU saat proses akuisisi foto udara. Metode *matching* yang digunakan adalah kombinasi *Field based matching (FBM)* dan

Cost-based matching (CBM). Hasil dari proses ini berupa *colorized point cloud* dalam format *.las. Proses *gridding* dan konversi raster dilakukan untuk membentuk raster dari data *point cloud* hasil proses *image matching*. Hasil akhir dari proses ini adalah *true orthophoto* dalam format *.tiff.

Analisis perbandingan tutupan lahan dilakukan dengan menganalisis hasil *true orthophoto* dengan hasil *stereoplotting* yang ditumpang-tindihkan dengan *ground orthophoto* pada wilayah penelitian. Kelebihan dan kekurangan data *true orthophoto* dianalisis dengan membandingkan objek tutupan lahan *ground orthophoto* dan *true orthophoto* pada wilayah yang sama. Uji akurasi ketelitian horisontal *true orthophoto* terhadap hasil *stereoplotting* juga dilakukan untuk mengetahui tingkat keandalan *true orthophoto* dalam upaya mendukung kegiatan pemetaan skala besar 1 : 5.000 di Indonesia. Gambar 2 dibawah ini menunjukkan tahapan penelitian dalam bentuk diagram alir :



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Hasil dan Pembahasan

1. Perbandingan tutupan lahan *true orthophoto* dan *ground orthophoto*

Perbandingan tutupan lahan antara *true orthophoto* dengan *ground orthophoto* dilakukan untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan data *true orthophoto*. Data *true orthophoto* memiliki keunggulan pada akurasi geometri objek yang lebih mendekati hasil *stereoplotting* dibandingkan dengan *ground orthophoto*. Seperti yang sudah disampaikan sebelumnya, *relief displacement* pada bangunan tinggi merupakan kendala utama dalam *ground orthophoto* (lihat gambar 3a ditunjukkan oleh anak panah berwarna merah), *true orthophoto* mampu meminimalisir *relief displacement* seperti pada contoh gambar 3b.



Gambar 3. *Relief displacement* pada bangunan tinggi (a) *ground orthophoto*, (b) *true orthophoto*

Gambar 4 adalah contoh perbandingan geometri objek bangunan hasil *stereoplotting* di *ground orthophoto* dan *true orthophoto*. Data objek bangunan hasil *stereoplotting* yang ditampilkan bersama dengan data *ground orthophoto* (gambar 4.a) menampilkan kondisi atap bangunan yang tidak sempurna bentuknya akibat adanya *relief displacement*, digitasi bangunan posisinya tidak sama dengan tampilan objek bangunan di *ground orthophoto*. Objek bangunan tinggi pada *true orthophoto* posisi geometriknya lebih sesuai dan mendekati hasil *stereoplotting* (gambar 4b).



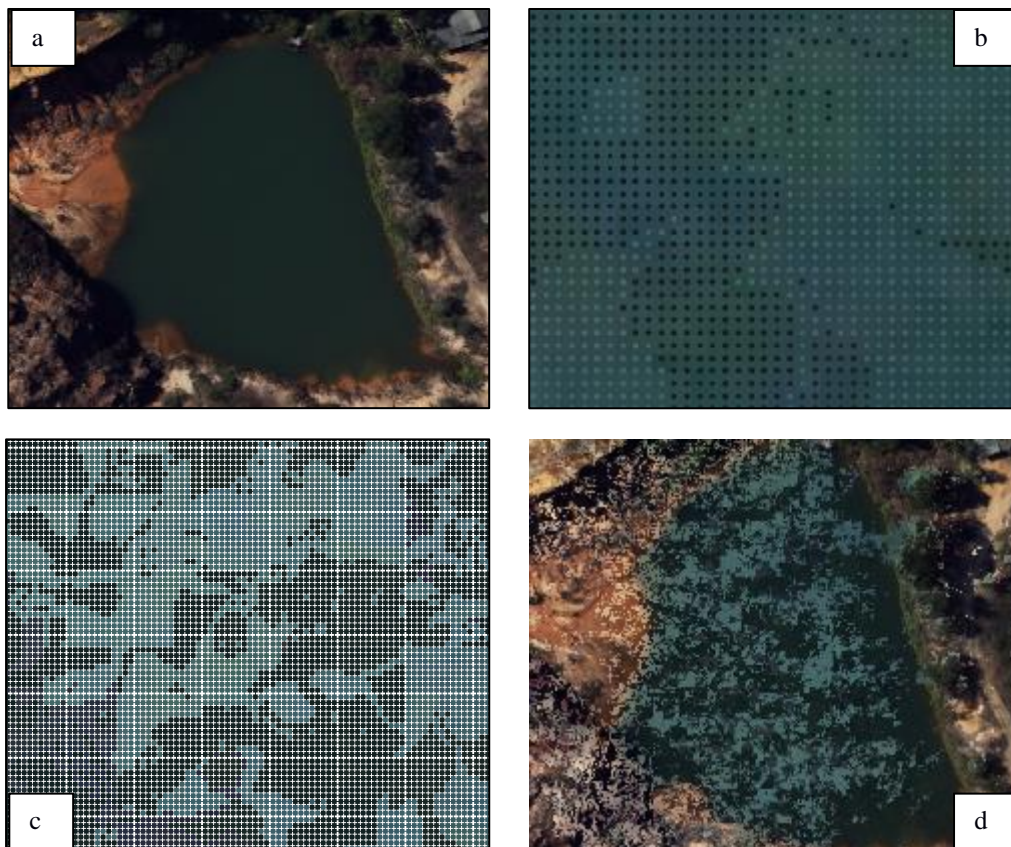
Gambar 4. Objek bangunan tinggi (a) *ground orthophoto*, (b) *true orthophoto*

Kelemahan data *true orthophoto* terletak pada visualisasinya yang tidak sejelas *ground orthophoto*. Pada beberapa wilayah di area penelitian ditemukan perbedaan tingkat kecerahan objek tutupan lahan, perbedaan rona pada objek serta kumpulan piksel-piksel yang berwarna hitam dan abu-abu pada objek tutupan lahan yang menyebabkan batas objek tutupan lahan menjadi tidak bisa terlihat dengan jelas. Gambar 5. adalah contoh kumpulan piksel keabuan yang menyebabkan perbedaan rona objek tutupan lahan pada objek danau dan semak belukar. Batas tepi danau menjadi tidak jelas karena banyaknya piksel berwarna keabuan yang menutupi permukaan objek. Pada tutupan lahan semak belukar, gelap terang rona piksel menyebabkan perbedaan rona pada tutupan lahan yang bisa mempersulit identifikasi objek saat proses digitasi.



Gambar 5. Perbedaan rona gelap terang pada tutupan lahan semak belukar

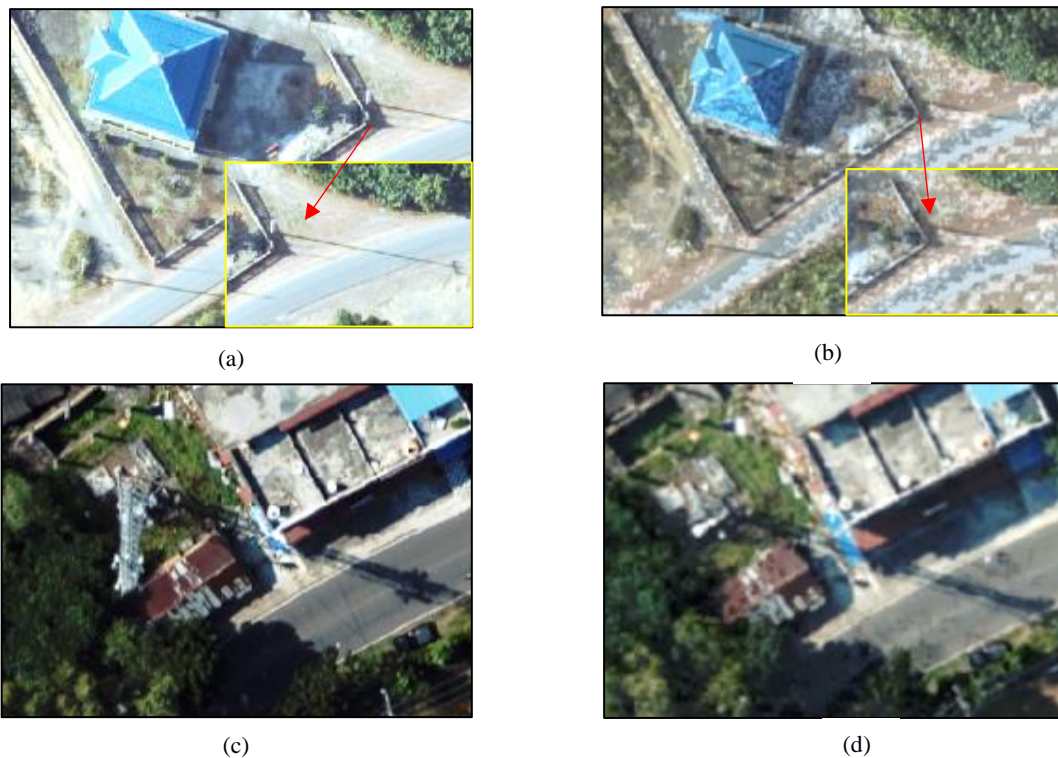
Proses *dense image matching* menggunakan *raw data* foto udara tanpa adanya proses penyesuaian warna (*color balancing*) foto udara. Perbedaan iluminasi atau pencahayaan antar foto udara dan perbedaan waktu akuisisi data akan sangat berpengaruh terhadap hasil akhir mozaik *true orthophoto*. Gelap terang *colorized point cloud* disebabkan karena perbedaan iluminasi foto udara yang bertampalan. Hasil *true orthophoto* dipengaruhi oleh kombinasi warna *colorized point cloud* hasil *dense image matching*. Semakin banyak pertampalan foto udara yang digunakan dalam proses *dense image matching*, akan semakin bervariasi warna piksel *colorized point cloud*, sehingga mempengaruhi hasil akhir *true orthophoto*. Gambar 6 dibawah ini adalah contoh objek perairan danau yang kurang jelas batasnya pada data *true orthophoto* karena pengaruh variasi gelap terang *colorized point cloud* hasil *dense image matching* :



Gambar 6. Objek danau pada *ground orthophoto* (a) dan *true orthophoto* (d), gambar (b) dan (c) adalah *colorized point cloud* hasil *dense image matching*

Gambar 6a adalah objek danau pada *ground orthophoto*, gambar 6b adalah warna piksel *ground orthophoto* yang ditumpang-tindihkan dengan data *colorized point cloud*. Dari gambar 6b tersebut dapat diketahui bahwa warna *colorized point cloud* lebih gelap (hitam) dan lebih terang (abu-abu) dibandingkan dengan warna piksel danau asli. Gambar 6c adalah kumpulan gelap terang *colorized point cloud* pada badan danau, sedangkan gambar 6d adalah hasil konversi raster *colorized point cloud* (*true orthophoto*). Objek danau hasil *true orthophoto* sangat berbeda dibandingkan dengan *ground orthophoto*, terlalu banyak variasi warna piksel menyebabkan objek danau tidak begitu jelas terlihat pada data *true orthophoto*.

Relief displacement pada objek yang memiliki ketinggian tidak selalu merugikan. Pada objek-objek kecil seperti menara telekomunikasi, jaringan listrik dan jaringan telepon, efek rebah pada objek memberikan informasi lebih kepada pengguna data karena objek terlihat lebih jelas pada foto dan efek rebah membantu mempermudah identifikasi objek. *True orthophoto* menghilangkan efek *relief displacement* pada objek kecil seperti tiang listrik dan menara. Objek berketinggian menjadi berbentuk titik setelah diperbaiki pada *true orthophoto*. Informasi objek yang bisa diidentifikasi dari efek rebah dan bayangan menjadi tidak terlihat dengan jelas. Objek tiang listrik (gambar 7a) dan menara (gambar 7c) yang memiliki rona piksel yang hampir sama dengan piksel disekitarnya juga terkesan hilang dan sulit diidentifikasi karena ronanya menjadi kabur atau sama dengan rona objek yang dominan disekitarnya (lihat gambar 7b dan 7d). Hal ini tentu saja dapat menyebabkan hilangnya informasi utilitas yang menjadi salah satu unsur tutupan lahan yang harus dipetakan pada peta dasar skala besar 1 : 5.000.



Gambar 7. Objek tiang listrik dan menara pada *ground orthophoto* (a,c) dan *true orthophoto* (b,d)

Secara umum tidak terdapat banyak perbedaan antara *ground orthophoto* dan *true orthophoto* pada objek lahan terbuka atau tanah kosong. Pada beberapa sampel lahan terbuka atau tanah kosong *point cloud* hasil *dense image matching* mampu memberikan informasi beda tinggi yang lebih detail dibandingkan dengan *ground orthophoto*. Selisih beda tinggi *ground* pada lahan terbuka yang berkisar 0,2 hingga 0,5 meter mampu disajikan secara jelas pada *true orthophoto*, sedangkan pada *ground orthophoto* gundukan tanah dan saluran irigasi pada lahan terbuka tersebut tidak terlihat dengan jelas. Berikut ini adalah contoh lahan terbuka pada *true orthophoto* yang memiliki perbedaan dengan *ground orthophoto* :



Gambar 8. Objek lahan terbuka pada *ground orthophoto* (a) dan *true orthophoto* (b)

Ghosting effect adalah *double mapping effect* yang disebabkan oleh ketinggian objek yang tidak dapat diatasi oleh *ground orthophoto* (Gharibi dan Habib, 2018). Atap bangunan tersebut terlihat berbayang, menjadi dua buah atap. Gambar 9a. adalah contoh bangunan di tepi perairan dengan *ghosting effect*. Dengan *true orthophoto* kesalahan tersebut bisa dieliminir, tetapi pada *true orthophoto* batas tepi bangunan menjadi kurang jelas terlihat pada gambar karena rona piksel atap hampir sama dengan rona piksel perairan (lihat gambar 9b). Tingkat kejelasan objek tutupan lahan dalam *true orthophoto* dipengaruhi oleh rona piksel objek. Hasil *dense image matching* pada objek yang rona nya hampir sama mempunyai batas objek menjadi kurang tegas dan sulit diidentifikasi.



Gambar 9. Objek bangunan dekat perairan, *ground orthophoto* (a) dan *true orthophoto* (b)

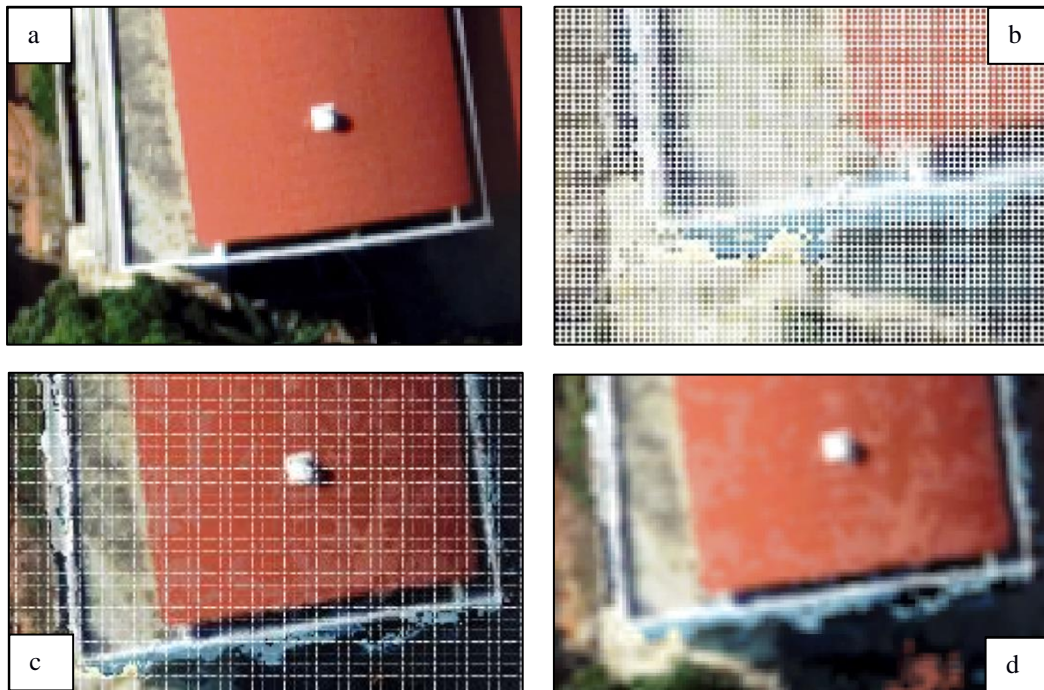


Gambar 10. Objek bangunan tinggi dengan *occlusion* (a) dan efek gergaji (b)

Batas tepi bangunan tergambar dengan jelas pada *ground orthophoto*, tetapi bangunan tinggi tersebut memiliki *occlusion*. *Occlusion* adalah distorsi objek dari lokasi sebenarnya, distorsi ini menyebabkan bangunan tinggi

tampak condong ke jalan atau ke bangunan lain yang lebih rendah (Zhou dkk., 2005). Dengan *true orthophoto*, *occlusion* bisa dihilangkan (lihat gambar 10). Pada data *true orthophoto* juga terbentuk efek gergaji (*sawtooth*) karena adanya *outlier* pada tepi bangunan tinggi. Tanda panah merah pada gambar 10 menunjukkan contoh *occlusion* (gambar 10a) dan adalah contoh efek gergaji (gambar 10.b).

Efek gigi gergaji pada *true orthophoto* ini disebabkan oleh adanya *outlier* atau *noise* tepi bangunan pada *DSM* hasil *dense image matching* (Gharibi dan Habib, 2018). Batas bangunan tinggi pada *colorized point cloud* kurang bisa terdefiniskan dengan jelas. Hal ini juga berpengaruh pada *true orthophoto* hasil konversi raster *colorized point cloud*. Gambar 11 menjelaskan kondisi tersebut. Gambar 11a adalah objek bangunan pada *ground orthophoto*, sedangkan gambar 11b dan 11c adalah sebaran *colorized point cloud* pada bangunan hasil *dense image matching* yang menyebabkan efek gergaji (*sawtooth effect*) pada *true orthophoto* (gambar 11d).



Gambar 11. Bangunan pada *ground orthophoto* (a), *colorized point cloud* (b dan c) dan bangunan dengan *sawtooth effect* pada *true orthophoto* (d)

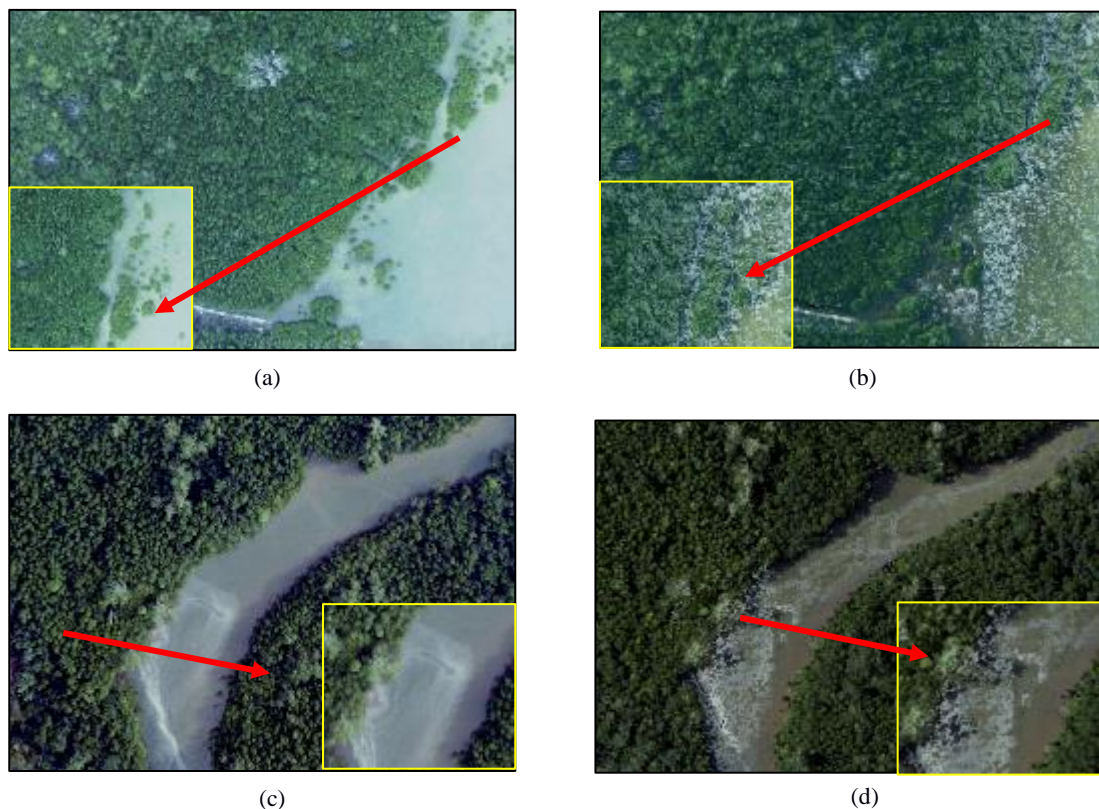
Variasi gelap terang *colorized point cloud* juga berpengaruh pada obyek jalan yang dekat dengan wilayah perairan dan atap bangunan. Obyek jalan memiliki rona piksel yang hampir sama dengan perairan dan sebagian atap bangunan, sehingga pada *true orthophoto* batasnya menjadi kurang jelas karena banyak kumpulan piksel keabuan yang mengaburkan batas tepi objek (lihat gambar 12b).



Gambar 12. Visualisasi objek jalan, *ground orthophoto* (a) dan *true orthophoto* (b)

Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa batas objek jalan pada *true orthophoto* tidak dapat diidentifikasi dengan jelas karena banyaknya variasi warna piksel gelap terang pada objek jalan dan objek disekitar jalan yang dekat dengan wilayah perairan. Objek jalan memiliki warna piksel yang hampir sama dengan objek perairan dan atap bangunan, sehingga pada *true orthophoto* ditemukan banyak sekali kumpulan piksel putih keabuan hingga hitam yang mengaburkan batas tepi objek jalan

Pada area vegetasi kerapatan tinggi dan wilayah perairan yang letaknya saling berdekatan, data *true orthophoto* sulit diidentifikasi batas tutupan lahannya. Sebagai suatu contoh di wilayah sungai besar yang dikelilingi vegetasi lebat pada data *true orthophoto* batas tepi sungainya tidak jelas karena banyaknya kumpulan piksel gelap terang mengaburkan batas tepi sungai. Hal ini juga ditemui pada objek vegetasi di tepian laut. Perbedaan rona piksel ini mengakibatkan batas garis pantainya sulit diidentifikasi. Gambar berikut ini adalah contoh objek vegetasi dan perairan dalam *true orthophoto* :



Gambar 13. Objek vegetasi dan perairan. *ground orthophoto* (a,c) dan *true orthophoto*(b, d).

Tanda panah merah pada gambar 13. menunjukkan perbedaan *ground orthophoto* dan *true orthophoto* yang dapat mengakibatkan kesalahan interpretasi objek dan kesulitan pengguna dalam melakukan deliniasi objek tutupan lahan.

2. Uji ketelitian geometrik tutupan lahan

Uji ketelitian geometrik dilakukan pada hasil digitasi dua dimensi data *true orthophoto* dibandingkan dengan data tutupan lahan hasil *stereoplotting* data RBI. Uji akurasi geometrik horisontal dilakukan pada titik-titik sampel tutupan lahan yang letaknya tersebar di seluruh wilayah penelitian. Dalam hal ini data *stereoplotting* sebagai nilai posisi yang dianggap benar, dibandingkan dengan posisi koordinat titik uji pada data *true orthophoto*.

Ketelitian geometrik horisontal peta dasar di Indonesia mengacu pada nilai *Circular Error(CE90)*. Berdasarkan hasil penelitian untuk wilayah urban nilai *CE90* yang diperoleh adalah 0,67 meter, untuk wilayah

lahan terbuka 0,37 meter dan untuk wilayah bervegetasi 1,35 meter. Sesuai dengan Peraturan Badan Informasi Geospasial nomor 6 Tahun 2018 tentang standar ketelitian peta dasar Rupabumi Indonesia skala 1 : 5000, nilai *CE90* yang diperoleh pada wilayah penelitian masuk ke dalam ketelitian peta dasar kelas satu untuk skala 1 : 5.000. Dalam Peraturan Badan Informasi Geospasial nomor 1 Tahun 2020 dinyatakan bahwa data dasar yang dapat digunakan untuk pemetaan skala 1 : 5.000 harus memiliki nilai ketelitian 0,5 kali lebih kecil dari nilai ketelitian peta. Nilai keseluruhan ketelitian geometri horisontal data *true orthophoto* yang diperoleh dalam penelitian adalah 0,79 meter. Data *true orthophoto* dapat digunakan sebagai data dasar untuk pemetaan skala besar dengan tingkat ketelitian kelas dua untuk skala 1 : 5.000.

Kesimpulan

Pemanfaatan *true orthophoto* dari hasil *dense image matching* memiliki kelemahan dalam visualisasinya, yaitu tingkat kecerahan dan kejelasan objeknya masih lebih rendah dibandingkan dengan *ground orthophoto*. Rona gelap terang piksel yang mengaburkan identifikasi objek tutupan lahan, *sawtooth effect*, dominasi rona piksel objek yang menghilangkan objek lainnya dan adanya perbedaan rona objek pada data *true orthophoto* dapat mempengaruhi hasil identifikasi tutupan lahan. *True orthophoto* memiliki geometrik objek yang lebih mendekati hasil *stereoplotting* foto udara dibandingkan dengan *ground orthophoto* terutama pada daerah urban yang memiliki banyak bangunan tinggi, tetapi dengan kendala visualisasi yang telah disampaikan diatas, diperlukan penelitian lebih lanjut tentang algoritma dan metode *image matching* yang mampu menghasilkan kualitas visualisasi *true orthophoto* yang lebih baik seperti pada *ground orthophoto*. Pemilihan foto udara dengan iluminasi/pencahayaan yang relatif sama atau diambil pada waktu akuisisi sama juga dapat dipertimbangkan untuk meminimalisir gelap terang piksel pada objek tutupan lahan. Uji ketelitian geometrik horisontal antara *true orthophoto* dibandingkan dengan hasil *stereoplotting* masuk ke dalam ketelitian peta dasar rupabumi kelas satu. Berdasarkan peraturan Badan Informasi Geospasial nomor 1 tahun 2020, data *true orthophoto* ini dapat digunakan sebagai data dasar pemetaan skala besar dengan tingkat ketelitian kelas dua untuk skala 1 : 5.000.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada program beasiswa saintek Kementerian Riset dan Teknologi yang telah memberikan bantuan dana penelitian. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Program Magister Teknik Geomatika, Departemen Geodesi Universitas Gadjah Mada yang telah memberikan bantuan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian, serta kepada Pusat Pemetaan Rupabumi dan Toponim, Badan Informasi Geospasial yang telah memberikan bantuan data dan dokumen yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Badan Informasi Geospasial (2020). Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 1 Tahun 2020 Tentang Standar Pengumpulan Data Geospasial Dasar Untuk Pembuatan Peta Dasar Skala Besar. Cibinong, Bogor. diambil dari <https://jdih.big.go.id/lihatdoc?id=38183768>
- Badan Informasi Geospasial (2018). Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 Tentang Perubahan Atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar. Cibinong, Bogor. diambil dari <https://jdih.big.go.id/lihatdoc?id=27330968>
- Badan Informasi Geospasial (2020). *Focus Group Discussion* “Automasi Pemetaan Skala Besar: Peluang, Tantangan, dan Strategi.” Cibinong, Bogor.
- Gharibi, H. & Habib, A.F. (2018). True Orthophoto Generation from Aerial Frame Images and LiDAR Data : An Update. *Remote Sensing Journal*. No.4. Vol.10. hal. 1–28: www.mdpi.com.
- Günay, A., Arefi, H., & Hahn, M. (2007). Semi-automatic True Orthophoto Production By Using LIDAR Data. *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*. Barcelona, Spain. 23-28 Juli 2007. hal. 2873–2876
- Habib, A. F., Kim, E., & Kim, C. (2007). New Methodologies for True Orthophoto Generation. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. No.1. Vol.73. hal. 025-036.
- Juniati, E. dan Harintaka. (2018). Perbandingan Input Model Ketinggian Untuk Pembentukan True Orthophoto di Wilayah Urban. *Jurnal Geomatika*. No.2. Vol.24. hal. 49–60.

- Juniati, E., Widyaningrum, E., & Mulyana, A. K. (2014). Mekanisme Penyelenggaraan Citra Satelit Tegak Resolusi Tinggi Sesuai Inpres Nomor 6 Tahun 2012 Mekanisme Penyelenggaraan Citra Satelit Tegak Resolusi Tinggi Sesuai Inpres Nomor 6 Tahun 2012. *CGISE2 (2nd Conference on Geospatial Science and Engineering)*. Yogyakarta. Januari 2014.
- Nielsen, M. Ø. (2004). True Orthophoto Generation. *Thesis*. Informatics and Mathematical Modelling, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark.
- Presiden Republik Indonesia. (2012). Instruksi Presiden Nomor 6 Tahun 2012, Tentang Penyediaan, Penggunaan, Pengendalian Kualitas, Pengolahan dan Distribusi Data Satelit Penginderaan Jauh Resolusi Tinggi.
- Presiden Republik Indonesia.(2020). Peraturan Presiden Nomor 18 Tahun 2020. Lampiran I Narasi Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024.
- Presiden Republik Indonesia. (2020). Peraturan Presiden Nomor 18 Tahun 2020. Lampiran IV Arah Pembangunan Wilayah Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024.
- Remondino, F., Spera, M. G., Nocerino, E., Menna, F., Nex, F., & Gonizzi-barsanti, S. (2013). Dense Image Matching : Comparisons and Analyses. *Digital heritage international congress (DigitalHeritage)*. Marseille, France. 28 Oktober - 1 November 2013.
- Zhang, Z., He, J., Huang, S., & Duan, Y. (2016). Dense Image Matching With Two Steps Of Expansion. *The international archives of The Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XLI-B3 2016. hal.143–149.XXIII ISPRS Congress.Prague, Czech Republic. 12-19 Juli 2016.
- Zhou, G., Chen, W., Kelmelis, J. A., & Zhang, D. (2005). A Comprehensive Study on Urban True Orthorectification. *IEEE transactions on geoscience and remote sensing*. No.9. Vol.43. hal. 2138–2147.



This article is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).