

Pengembangan Mosaik Data Spot 6/7 Menggunakan Metode Tile Based Berdasarkan Haze Index

D. Heri Sulyantara, Kurnia Ulfa, Randy Prima Brahmantara, Sukentyas Estuti Siwi, Yudhi Prabowo, Choirunnisaa Rangkuti

Masuk: 03 12 2019 / Diterima: 20 06 2020 / Dipublikasi: 30 06 2020
© 2020 Fakultas Hukum dan Ilmu Sosial UNDIKSHA dan IGI

Abstract SPOT 6/7 high-resolution imagery is beneficial for regional spatial planning, monitoring, planning, and supervision in an area. Indonesia is a vast archipelagic country. For this reason, an image mosaic is needed that can be used to monitor this vast area. The high number of SPOT 6/7 images every year enables LAPAN to create mosaic images throughout Indonesia. This study aims to produce a mosaic of SPOT 6/7 images with minimal cloud cover so that much information can be obtained to assist the government in making policy. This research introduces a method called LAPAN 8-Steps. This method was developed based on the Mosaic Tile Based (MTB) model and used a haze index algorithm to produce a mosaic of SPOT 6/7 images with minimal cloud cover. The tile size used in this study is 0.1×0.1 degrees. Besides being able to shorten the time to create a SPOT 6/7 mosaic image, this method is also efficient in storing memory and human resources.

Key words: Mosaic tile based; Haze index; SPOT 6/7

Abstrak Citra resolusi tinggi SPOT 6/7 sangat bermanfaat untuk rencana tata ruang wilayah, monitoring, perencanaan dan pengawasan dalam suatu daerah. Indonesia merupakan negara kepulauan yang sangat luas. Untuk itu diperlukan suatu mosaik citra yang dapat digunakan untuk memantau wilayah yang cukup luas ini. Keberadaan citra SPOT 6/7 yang sangat banyak pada setiap tahun memungkinkan LAPAN untuk membuat citra mosaik seluruh Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan mosaik citra SPOT 6/7 dengan tutupan awan minimal sehingga banyak informasi yang dapat diperoleh untuk membantu pemerintah dalam mengambil suatu kebijakan. Dalam penelitian ini diperkenalkan metode yang disebut sebagai LAPAN 8-Steps. Metode ini dikembangkan berdasarkan model Mosaic Tile Based (MTB) dan menggunakan algoritma haze index sehingga dapat menghasilkan mosaik citra SPOT 6/7 dengan tutupan awan minimal. Ukuran tile yang digunakan pada penelitian ini adalah 0.1×0.1 degree. Selain dapat mempersingkat waktu pembuatan mosaik citra SPOT 6/7, metode ini juga efisien dalam penggunaan memori penyimpanan dan sumber daya manusia.

Kata kunci: Mosaic tile based; Haze index; SPOT 6/7

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan yang sangat luas. Wilayahnya terbentang dari Sabang sampai Merauke. Dengan demikian, keberadaan citra satelit sangat membantu dalam proses pemantauan permukaan bumi Indonesia.

Namun, keberadaan citra satelit tidak selalu mampu menampilkan citra yang bersih, karena awan yang ikut terekam oleh sensor. Dalam satu daerah administrasi biasanya membutuhkan beberapa *scene* untuk meliputi daerahnya. Berdasarkan hal tersebut kebutuhan mosaik citra dengan tutupan awan yang minimum semakin meningkat, khususnya pada tingkat provinsi. Selain itu, permintaan dari berbagai Kementerian dan Lembaga pemerintah di Indonesia juga tinggi. Hal ini sejalan dengan peraturan

D. Heri Sulyantara, Kurnia Ulfa, Randy Prima Brahmantara, Sukentyas Estuti Siwi, Yudhi Prabowo, Choirunnisaa Rangkuti
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional, Indonesia

kurnia.ulfa@lapan.go.id

presiden Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2016 tentang percepatan pelaksanaan kebijakan satu peta, undang – undang nomor 4 tahun 2011 tentang informasi geospasial, dan undang – undang nomor 6 tahun 2014 tentang desa (RI (Republik Indonesia), 2011, 2014, 2016).

Data citra beresolusi tinggi sangat penting untuk kepentingan rencana tata ruang wilayah, monitoring, perencanaan, dan pengawasan dalam suatu wilayah. Untuk itu, berdasarkan undang – undang keantariksaan nomor 21 tahun 2013 (RI (Republik Indonesia), 2013). LAPAN bertugas sebagai institusi untuk menyediakan citra dengan tutupan awan minimum dan mosaik citra bebas awan tahunan untuk seluruh wilayah Indonesia. Namun, hal ini belum sepenuhnya dapat dilakukan karena belum adanya standarisasi aturan pemrosesan data mosaik citra beresolusi tinggi.

Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh (Pustekdata) LAPAN menerima citra satelit SPOT 6 dan 7 secara rutin melalui sistem penerimaan di Stasiun Bumi Pare-pare, Sulawesi Selatan. Citra tersebut diterima pada level *Primary* dan *Ortho*. Citra beresolusi 6m untuk *band* multispektral dan 1,5m untuk *band* pankromatik ini sangat diminati oleh para penggunanya. Namun demikian, tutupan awan pada citra satelit SPOT 6 dan 7 sering ditemukan. Tutupan awan dan bayangannya menyebabkan berkurangnya informasi atau bahkan tidak dapat digunakannya citra tersebut untuk aplikasi penginderaan jauh (Ghosh & Kaabouch, 2016; Guo, Li, Caccetta, Devereux, et al., 2016; Hansen & Loveland, 2012; Kustiyo et al., 2015; Kustiyo & Hayati, 2016; Margono et al., 2016; Orbita et al., 2015).

Salah satu metode untuk mendapatkan citra dengan tutupan awan minimum adalah dengan metode *cloud*

removal. Beberapa diantaranya adalah *Fmask (Function of Mask)* (Goodwin et al., 2013) dan *ACCA (Automated Cloud Cover Assessment)* (Shen et al., 2018). Namun, kedua metode ini terkadang salah dalam mengklasifikasikan wilayah dengan kadar air tinggi seperti kolam atau saluran irigasi. Seiring dengan perkembangan jaman, para ahli mulai mengembangkan metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan citra bebas awan sekaligus mosaik citra untuk suatu wilayah yang luas (Kushardono & Dewanti, 2016; Setiyoko et al., 2016). Beberapa metode untuk mosaik citra telah dikembangkan antara lain *multiple temporal mosaicing (MTM)*, metode *mosaic scene based*, metode *mosaic pixel based*, dan metode *tile based*.

Multiple temporal mosaicking (MTM) menggabungkan nilai awan, output algoritma *cloud removal*, preferensi data dan kehalusan secara spasial sehingga mampu menghasilkan citra yang bersih dalam waktu yang singkat (Guo, Li, Caccetta, D., et al., 2016) Sedangkan metode *Mosaic Scene Based (MSB)* dipakai dengan mengambil *scene* paling bersih dari beberapa data *multitemporal* untuk suatu wilayah tertentu. Kemudian menggabungkannya menjadi sebuah mosaik citra. Akan tetapi, metode ini hanya cocok digunakan untuk wilayah yang memiliki peluang besar mendapatkan citra bersih dalam kurun waktu satu tahun, seperti pulau Jawa, Bali, Nusa Tenggara, dan Maluku (Gastellu-Atchegorry, 1988; Orbita et al., 2015). Selain itu, metode MSB tidak dapat diaplikasikan untuk citra SPOT 6/7 karena *incident angle* yang dimiliki oleh setiap *scene* berbeda – beda.

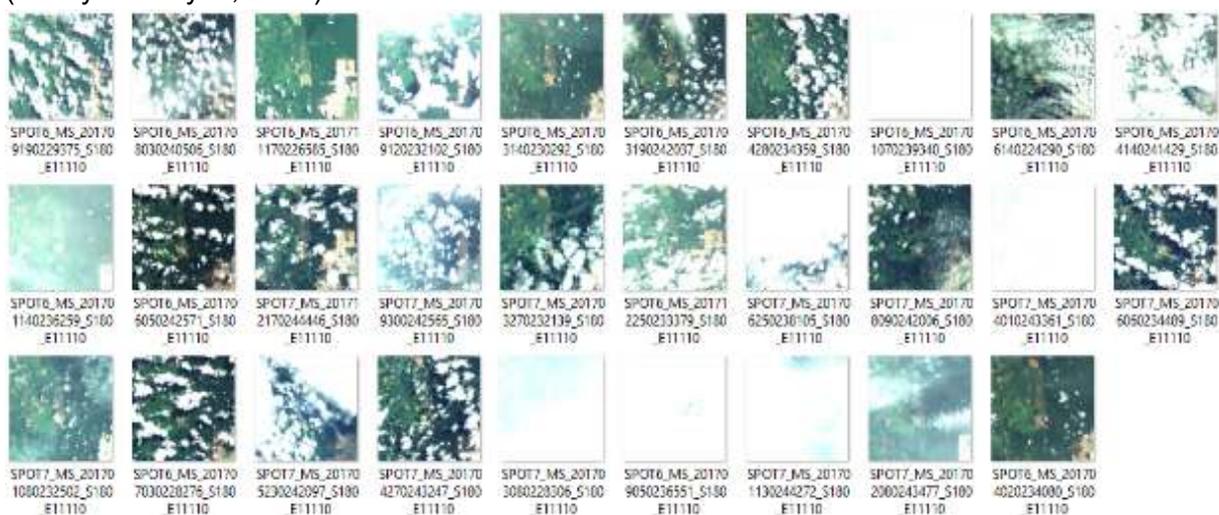
Sedangkan metode *Mosaic Pixel Based (MPB)* (Hansen et al., 2008; Kustiyo et al., 2014) dan *Mosaic Tile Based (MTB)* (R. Dimiyati et al., 2018) lebih cocok digunakan untuk proses

mosaik pada wilayah yang sering tertutup awan atau *haze* dalam kurun waktu satu tahun seperti pulau Papua, Sulawesi, dan sebagian pulau Sumatera dan Kalimantan. Metode MPB menggunakan pendekatan berbasis piksel, dengan memilih piksel terbaik berdasarkan algoritma tertentu sehingga membentuk mosaik citra dari data *multitemporal*. Di lain pihak, MTB menggunakan pendekatan *tile* terbaik dengan ukuran tertentu yang diambil dari suatu *scene* citra, sehingga nantinya setiap *tile* akan menjadi komponen penyusun dalam suatu mosaik citra. Dengan demikian, semakin Panjang rentang waktu citra yang digunakan, maka kemungkinan untuk mendapatkan citra mosaik bebas awan dan *haze* menjadi semakin besar.

Namun demikian, metode MPB memiliki beberapa kelemahan, diantaranya adalah sisa tutupan awan yang masih tersisa setelah proses mosaik citra multitemporal sulit untuk ditingkatkan kebersihannya, hal ini dikarenakan proses mosaik didasarkan pada pikselnya. Selain itu, penggunaan algoritma yang berbeda memberikan hasil yang berbeda pula untuk wilayah daratan dan perairan (Kustiyo & Hayati, 2016).

Dari berbagai metode di atas, metode MTB merupakan metode yang paling sesuai untuk proses mosaik citra multitemporal, khususnya wilayah Indonesia yang memiliki persentase awan sangat beragam. Hal ini dikarenakan model MTB merupakan pengembangan dari model MSB dan MPB yang telah mengalami perbaikan. Salah satunya bahwa hasil mosaik citra multi temporal dengan MTB dapat diperbaiki dengan meningkatkan dan mengoreksi tutupan awan pada *tile* yang kurang bersih.

Selama ini, proses mosaik citra SPOT 6/7 yang dilakukan di Pustekdata LAPAN menggunakan metode semi otomatis dengan mengubah – ubah *decision tree* agar diperoleh citra yang bebas awan. Pengembangan metode MTB bertujuan dapat mempercepat proses mosaik citra SPOT 6/7 karena dapat dilakukan secara otomatis. Selain itu, otomatisasi metode MTB memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode yang sudah ada.



Gambar 1. Citra SPOT 6/7 untuk satu lokasi tertentu yang diakuisisi selama tahun 2017

2. Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra SPOT 6/7 wilayah Indonesia level ortho bundle. Selama tahun 2017 terdapat data SPOT 6/7 sebanyak 8939 data untuk seluruh Indonesia, sedangkan pada tahun 2018 diperoleh 6000 data. Dengan keberadaan data yang sangat banyak tersebut sangat memungkinkan untuk mendapatkan citra mosaik SPOT 6/7 dengan tutupan awan minimal untuk seluruh wilayah Indonesia. Gambar 1. merupakan salah satu contoh citra SPOT 6/7 pada satu lokasi tertentu yang diakuisisi selama tahun 2017. Dari gambar tersebut terlihat bahwa hasil perekaman pada tanggal berbeda di satu lokasi tertentu menghasilkan citra dengan tutupan awan yang bervariasi. Hal ini disebabkan oleh pengaruh pergantian cuaca dan iklim.

Adapun metode yang digunakan adalah MTB dengan ukuran tile $0.1 \times 0.1 \text{ deg}$ atau $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$. Secara umum proses mosaik dilakukan dengan mempartisi citra multitemporal SPOT 6/7 ke dalam beberapa *tile*. Setelah itu dilakukan penghitungan indeks awan dan *haze* dengan menggunakan kombinasi nilai piksel dari *band* biru dan *band* merah. Penentuan batas awan dan *haze* dilakukan untuk masing-masing *tile* dan didasarkan pada penelitian sebelumnya (Kustiyo & Hayati, 2016; Sulyantara et al., 2018). Formula *haze index* yang digunakan adalah sebagai berikut.

$$\text{Haze index} = 3 \times K2 - K4$$

Dengan $K2$: nilai refelktan *band* biru

$K4$: nilai reflektan *band* merah

Hasil penghitungan indeks awan dan *haze* dikonversi ke nilai 0 – 100. Kemudian dilanjutkan dengan memilih *tile* yang memiliki tutupan awan dan *haze* minimum dari beberapa *tile* untuk wilayah yang sama. Indeks awan dan *haze* yang telah diperoleh, selanjutnya disimpan ke

dalam sebuah database. Mosaik citra dibuat dengan mengambil *tile - tile* yang mempunyai liputan awan minimal. Semua proses tersebut dilakukan dengan menggunakan *software* yang telah dibangun. Sehingga seluruh proses di atas dapat dilakukan lebih cepat secara otomatis.

Proses pembuatan mosaic citra SPOT 6/7 untuk wilayah Indonesia dirangkum ke dalam 8 langkah yang disebut dengan LAPAN 8-Steps. Langkah - langkah tersebut adalah sebagai berikut: (1) membuat *sample image* dengan resolusi 20m, (2) koreksi radiometrik (ToA dan BRDF), (3) membuat segmentasi citra, (4) menghitung indeks awan dan *haze*, (5) membuat *database*, (6) memilih *tile* (segmen) terbaik dengan ukuran 0.1 degree, (7) memotong *tile* terpilih dari citra RAW (pankromatik dan multispectral) dan (8) koreksi radiometrik dan penajaman citra.

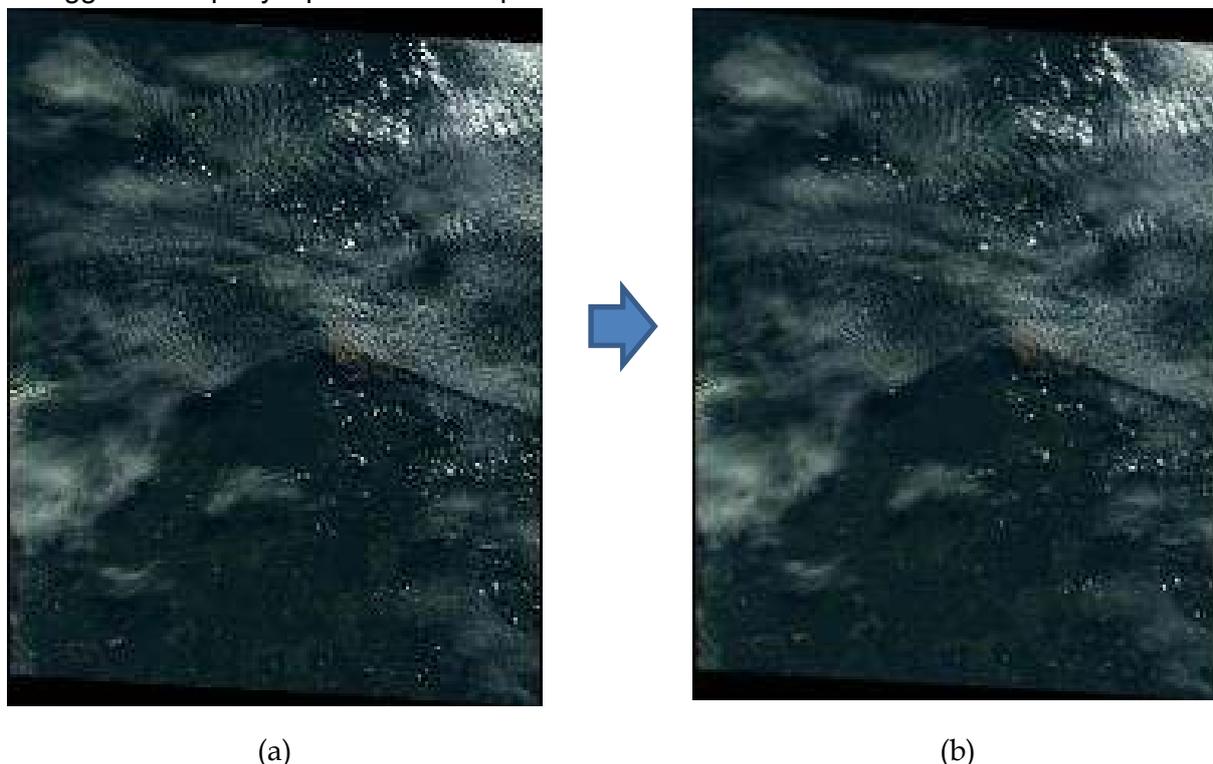
3. Hasil Dan Pembahasan

Proses LAPAN 8-Steps ini dibangun dalam bahasa pemrograman *Python*. *Software* yang dihasilkan terdiri dari empat *script* antara lain untuk memotong citra dan *cloud cover* sesuai ukuran *shapefile* ROI, menghitung persentase awan dan membuat *shapefile cloud index* dengan rentang nilai 0-100, membuang bagian citra yang memiliki *cloud cover* dengan persentase di bawah 90% untuk setiap *tile*, dan membentuk mosaik citra dan informasi metadata dari *tile-tile* yang terpilih.

Tahapan pertama adalah membuat *sample image* dengan resolusi 20m. Telah diketahui bahwa citra SPOT 6/7 memiliki resolusi 1,5m untuk *band* pankromatik dan 6m untuk *band* multispectral. Dalam tahapan ini proses *resampling* citra ke dalam resolusi yang lebih rendah bertujuan untuk menghemat waktu dan penyimpanan selama pengolahan citra.

Citra yang diolah berasal dari *main storage* sehingga tidak perlu menggunakan penyimpanan di komputer

lokal milik pengguna. Berikut contoh hasil proses *resample* citra SPOT 6/7.



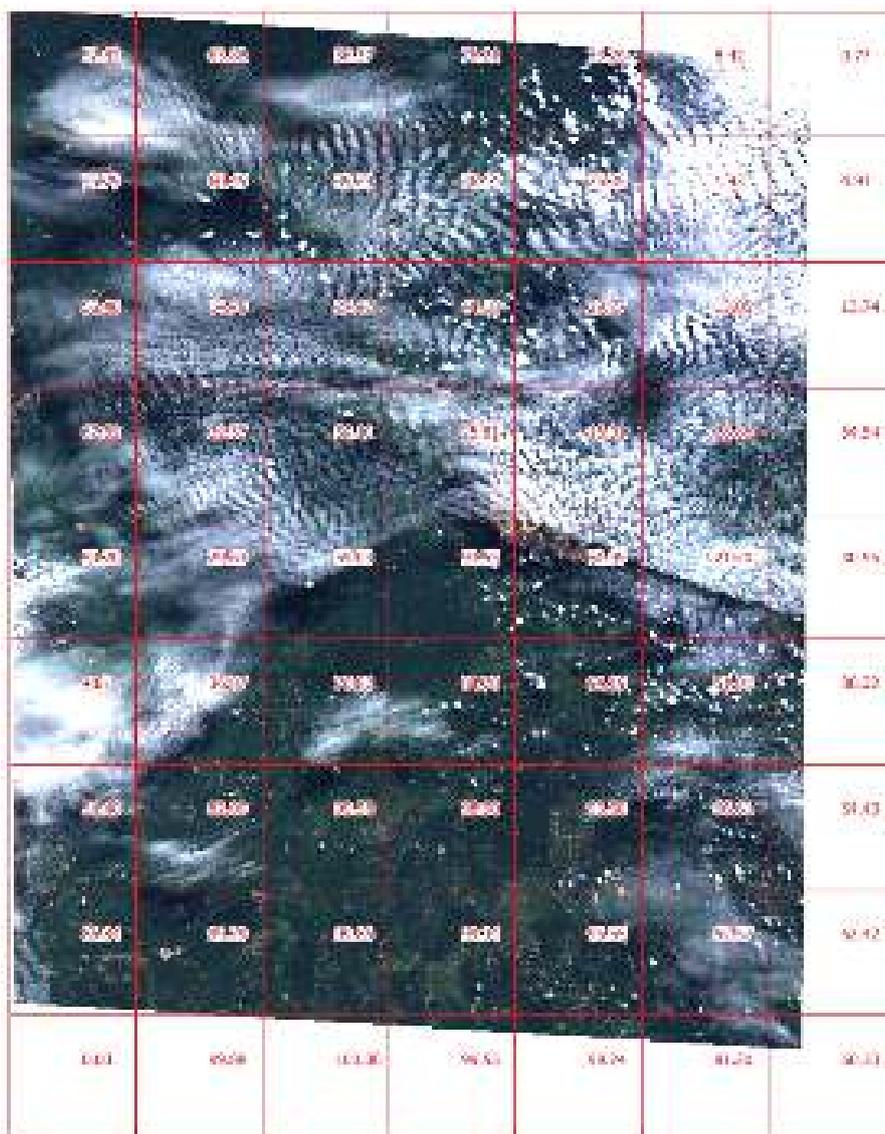
Gambar 2. Citra SPOT 6/7 resolusi 6m/sebelum proses *resampling* (a) dan resolusi 20m/setelah proses *resampling* (b).

Proses selanjutnya adalah melakukan koreksi radiometrik. Dalam hal ini dilakukan koreksi ToA dan BRDF. Hal ini perlu dilakukan karena citra *input* yang digunakan adalah data RAW yang hanya melalui koreksi geometrik sistematis. Selain itu proses ini juga bertujuan untuk menyeragamkan nilai reflektan agar kesalahan dalam penghitungan *cloud index* dapat diminimalkan.

Langkah ketiga adalah segmentasi citra ke dalam bentuk *tile* yang berukuran $0.1 \times 0.1 \text{ deg}$ ($10 \times 10 \text{ km}^2$) (R. Dimiyati et al., 2018). Proses segmentasi ini dilakukan pada setiap *scene* citra. Kemudian untuk setiap *tile* hasil segmentasi dihitung persentase awan dan *haze*-nya. Rentang nilai yang digunakan

adalah 0-100, dengan 0 mewakili citra yang penuh dengan awan dan nilai 100 menunjukkan bahwa pada *tile* tersebut bebas awan/*clear*. Selain itu, dalam tahapan ini, *tile* yang tidak sepenuhnya berisi data akan dihilangkan. Hal ini dilakukan berdasarkan persentase data dalam setiap *tile*. Nilai 100 menunjukkan bahwa dalam satu *tile* tersebut berisi data secara penuh dan nilai 0 menunjukkan bahwa di dalam *tile* tersebut tidak terdapat data sama sekali (*nodata*).

Pada gambar 3. Juga ditunjukkan hasil persentase awan dari setiap *tile* yang diambil pada satu lokasi yang sama. Angka pada pojok kiri atas dari masing – masing *tile* menyatakan persentase awan pada *tile* tersebut.



Gambar 3. Proses segmentasi citra

Informasi tentang persentase awan dan data tersebut dimasukkan ke dalam sebuah *database* bersama dengan informasi lainnya, yaitu koordinat pojok kiri atas dari setiap segmen, jumlah piksel dalam setiap segmen, jumlah piksel data, gain, mean, standar deviasi, *incident angle*, tanggal perekaman, level koreksi, dan *band* yang tersedia. Semua proses di atas disimpan dalam bentuk *temporary file*, artinya setelah keempat tahapan dilakukan maka hasil dari setiap proses akan dihapus secara otomatis. Hal ini bertujuan untuk menghemat memori penyimpanan

Selanjutnya, dari *tile* yang sama tersebut dipilih berdasarkan liputan awan dan *haze*. *Tile* yang terpilih ini selanjutnya dipotong, disimpan dan disusun membentuk sebuah mosaik citra. Selain itu, dibentuk pula metadata dari seluruh *tile* penyusun citra mosaik. Metadata ini memuat informasi tentang nama *tile*, presentase *haze*, presentase awan, sumber data, tanggal perekaman, dan *ce90*. Dengan adanya metadata ini, diharapkan nantinya informasi detail mengenai suatu *tile* tertentu dapat ditelusuri kembali. Berikut ini merupakan contoh metadata yang disimpan dalam format *.shp*.

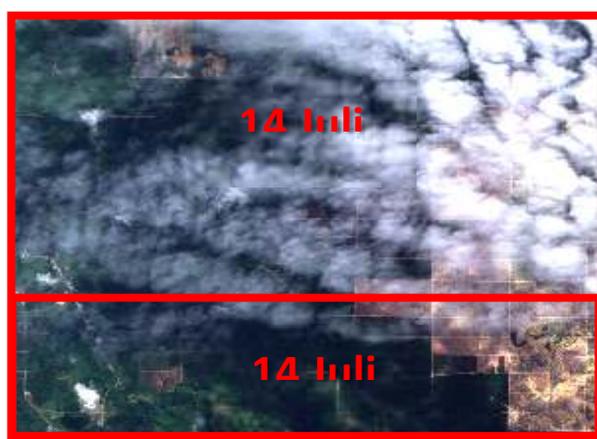
	Nama_Tile	Haze	Cloud	Src_sate	Tgl_data	incAlong	incCross	geometric	spectral	cen0
1	SPOT6-7_PMS_50330_E11170.tif	90.08	93.88	DOM_SPOT6_M...	2017-10-29	1.947	22.256	ORTHO	MS	0.0270739727414
2	SPOT6-7_PMS_50330_E11180.tif	89.17	90.25	DOM_SPOT6_M...	2017-10-29	1.947	22.256	ORTHO	MS	0.0270739727414
3	SPOT6-7_PMS_50330_E11160.tif	88.30	76.96	DOM_SPOT6_M...	2017-10-29	1.947	22.256	ORTHO	MS	0.0270739727414
4	SPOT6-7_PMS_50340_E11170.tif	87.72	57.04	DOM_SPOT6_M...	2017-10-29	1.947	22.256	ORTHO	MS	0.0270739727414
5	SPOT6-7_PMS_50340_E11160.tif	87.21	56.86	DOM_SPOT6_M...	2017-10-29	1.947	22.256	ORTHO	MS	0.0270739727414
6	SPOT6-7_PMS_50330_E11190.tif	91.66	99.46	DOM_SPOT6_M...	2017-10-29	1.580	22.560	ORTHO	MS	0.0272029410175
7	SPOT6-7_PMS_50330_E11160.tif	86.56	36.00	DOM_SPOT7_M...	2017-09-18	21.505	21.325	ORTHO	MS	0.0278028775489
8	SPOT6-7_PMS_M0120_E11790.tif	100.26	93.49	DOM_SPOT6_M...	2017-09-07	1.715	25.792	ORTHO	MS	0.0282842712475
9	SPOT6-7_PMS_M0100_E11790.tif	90.46	92.67	DOM_SPOT6_M...	2017-09-07	1.715	25.792	ORTHO	MS	0.0282842712475
10	SPOT6-7_PMS_M0110_E11770.tif	90.36	92.84	DOM_SPOT6_M...	2017-09-07	1.715	25.792	ORTHO	MS	0.0282842712475
11	SPOT6-7_PMS_M0120_E11790.tif	90.75	92.60	DOM_SPOT6_M...	2017-09-07	1.715	25.792	ORTHO	MS	0.0282842712475
12	SPOT6-7_PMS_M0110_E11790.tif	90.14	92.07	DOM_SPOT6_M...	2017-09-07	1.715	25.792	ORTHO	MS	0.0282842712475
13	SPOT6-7_PMS_M0110_E11800.tif	98.41	90.52	DOM_SPOT6_M...	2017-09-07	1.715	25.792	ORTHO	MS	0.0282842712475
14	SPOT6-7_PMS_M0100_E11770.tif	96.28	80.28	DOM_SPOT6_M...	2017-09-07	1.715	25.792	ORTHO	MS	0.0282842712475
15	SPOT6-7_PMS_M0100_E11760.tif	95.31	86.46	DOM_SPOT6_M...	2017-09-07	1.715	25.792	ORTHO	MS	0.0282842712475
16	SPOT6-7_PMS_M0090_E11760.tif	92.43	82.67	DOM_SPOT6_M...	2017-09-07	1.715	25.792	ORTHO	MS	0.0282842712475
17	SPOT6-7_PMS_M0080_E11760.tif	89.17	78.04	DOM_SPOT6_M...	2017-09-07	1.715	25.792	ORTHO	MS	0.0282842712475
18	SPOT6-7_PMS_50880_E11450.tif	92.35	100.00	DOM_SPOT7_M...	2017-01-11	11.406	-16.698	ORTHO	MS	0.0310483493925
19	SPOT6-7_PMS_50870_E11450.tif	96.30	93.48	DOM_SPOT7_M...	2017-01-11	11.406	-16.698	ORTHO	MS	0.0310483493925
20	SPOT6-7_PMS_50530_E10470.tif	92.36	95.21	DOM_SPOT6_M...	2017-10-25	16.552	10.414	ORTHO	MS	0.031304061685
21	SPOT6-7_PMS_50540_E10480.tif	92.46	95.04	DOM_SPOT6_M...	2017-10-25	16.552	10.414	ORTHO	MS	0.031304061685

Gambar 4. Tabel metadata *tile-tile* yang terpilih

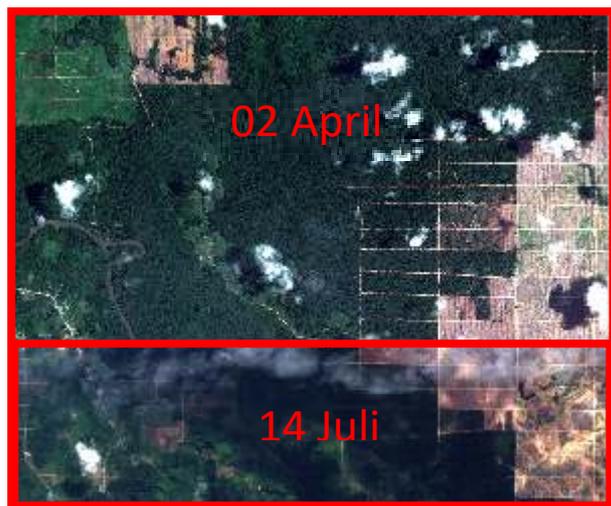
Namun, sebelum dilakukan proses mosaik citra terlebih dahulu dilakukan proses koreksi radiometrik dan penajaman (*pansharpening*) pada masing-masing *tile*. Kedua koreksi ini hanya dilakukan pada *tile-tile* terpilih, sehingga tidak menghabiskan banyak waktu dan memori penyimpanan (R. D. Dimiyati et al., 2018) Berikut perbandingan pemilihan citra dengan metode *tile based* dan tanpa metode *tile based*.

Pada gambar 5. terlihat bahwa jika proses mosaik citra dilakukan tanpa

menggunakan metode *tile based* maka diperoleh citra yang berawan dalam satu tanggal perekaman. Sedangkan ketika diimplementasikan metode *tile based* pada proses mosaik, dapat diperoleh kondisi citra yang lebih bersih dari sebelumnya, walaupun terdiri dari dua tanggal akuisisi yang berbeda. Perbedaan tanggal antar *tile* bukanlah suatu masalah yang berarti, mengingat setiap *tile* memiliki informasi yang detail di dalam metadatanya.



(a)



(b)

Gambar 5. Mosaik citra tanpa metode *tile based* (a) dan mosaik citra dengan metode *tile based* (b).

Pada bagian pembuatan mosaik citra SPOT 6/7 terlebih dahulu *tile-tile* yang sudah terpilih disusun seluas

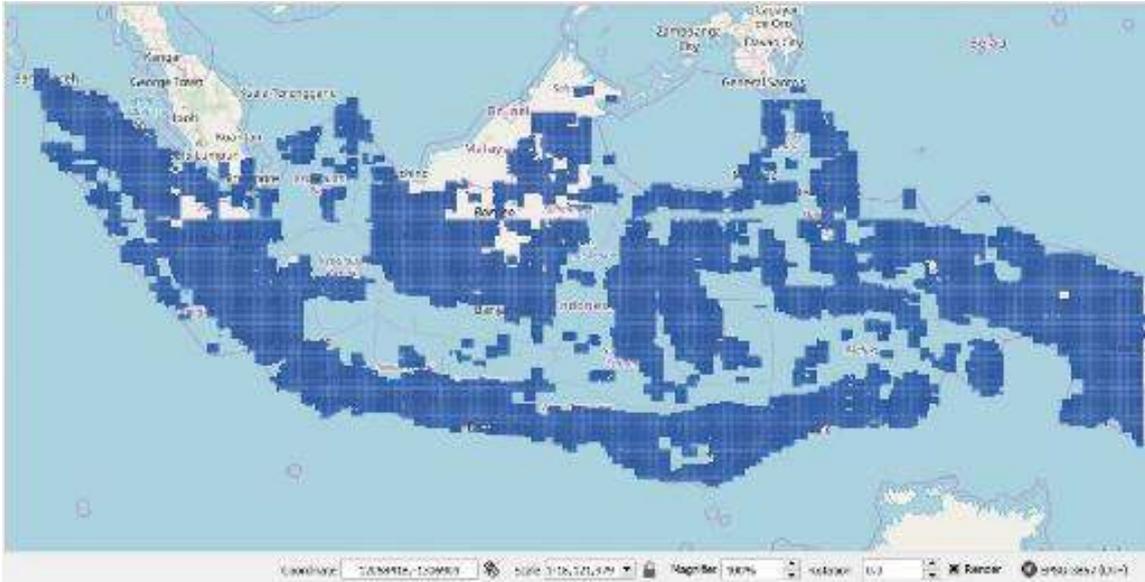
$1 \times 1 \text{ deg}$ selanjutnya dilakukan mosaik citra SPOT 6/7 untuk seluruh wilayah Indonesia.



Gambar 6. Hasil mosaik citra SPOT 6/7 berukuran $1 \times 1 \text{ deg}$

Selanjutnya, berdasarkan ketersediaan data SPOT 6/7 pada tahun 2017, diperoleh hasil mosaik *tile based* seluruh

wilayah Indonesia seperti nampak pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Tile terpilih pada tahun 2017



Gambar 8. Hasil pengolahan Mosaic Tile Based data SPOT 6/7 tahun 2017

Kotak berwarna biru pada gambar 6. menyatakan *tile* terpilih yang akan digunakan pada citra mosaik, sedangkan daerah yang tidak tertutup oleh kotak biru menandakan bahwa pada daerah tersebut tidak dapat ditemukan *tile* dengan tutupan awan minimum yaitu kurang dari 20%.

4. Penutup

Metode LAPAN 8-Steps dikembangkan berdasarkan model

Mosaic Tile Based (MTB) untuk membentuk mosaik citra SPOT 6/7 dengan tutupan awan minimal. Segmentasi *tile* yang digunakan berukuran $0,1 \times 0,1$ *degree* atau 10×10 *km*. Berdasarkan hasil penelitian, metode ini terbukti efektif dan efisien dalam hal penghematan memori penyimpanan dan waktu pemrosesan mosaik citra sehingga dapat menggantikan metode yang dipakai dalam kegiatan operasional

mosaic citra SPOT 6/7 di Pustekdata LAPAN. Sehingga pengguna hasil mosaik juga bisa mendapatkan informasi yang detail dari setiap *tile* yang akan digunakan. Lebih lanjut, hasil proses mosaik *tile based* ini telah dimanfaatkan oleh para pengguna data citra baik dari pemerintah maupun swasta. metode ini menyisakan masalah yaitu ketidakseimbangan warna *tile* terpilih akibat penggabungan *tile* hasil akuisisi dari berbagai tanggal. Masalah kedua yang muncul adalah ketidakselarasan penampakan antar *tile* seperti jalan atau sungai yang tidak tersambung di bagian tepi antar *tile*.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah mendanai kegiatan penelitian ini melalui program INSINAS tahun 2019. Selain itu, penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh (Pustekdata) LAPAN yang telah memberikan fasilitas berupa alat maupun bahan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.

Daftar Pustaka

Dimiyati, R. D., Danoedoro, P., Hartono, Kustiyo, & Dimiyati, M. (2018). Digital Interpretability of Annual Tile-based Mosaic of Landsat-8 OLI for Time-series Land Cover Analysis in the Central Part of Sumatra. *Indonesian Journal of Geography*, 50(02), 168–183.

Dimiyati, R., Danoedoro, P., Hartono, & Kustiyo. (2018). A Minimum Cloud Cover Mosaic Image Model of the Operational Land Imager Landsat-

8 Multitemporal Data using Tile based. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 8(1), 360–371.

Gastellu-Atchegorry, J. P. (1988). Monthly Probabilities For Acquiring Remote Sensed Data of Indonesia with Cloud Cover Less than 10, 20 and 30 Percent. *The Indonesian Journal of Geography*, 18(55), 11–28.

Ghosh, D., & Kaabouch, N. (2016). A survey on image mosaicing techniques. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 34, 1–11.

Goodwin, N. R., Collett, L. J., Denham, R. J., N, F., & D., T. (2013). Cloud and cloud shadow screening across Queensland, Australia: An automated method for Landsat TM/ETM+ time series. *Journal Remote Sensing of Environment*, 50–65.

Guo, Y., Li, F., Caccetta, D., Devereux, & Berman, M. (2016). Cloud filtering for Landsat TM satellite images using multiple temporal mosaicking. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 7240–7243.

Guo, Y., Li, F., Caccetta, P., D., D., & Berman, M. (2016). Cloud Filtering for Landsat TM Satellite Images Using Multiple Temporal Mosaicing. *IEEE IGARSS 2016*, 7240–7243.

Hansen, M. C., & Loveland, T. R. (2012). A review of large area monitoring of land cover change using Landsat data. *Remote Sensing of Environment*, 122, 66–74.

- Hansen, M. C., Roy, D. P., Lindquist, E., Adusei, B., Justice, C. O., & Altstatt, A. (2008). A method for integrating MODIS and Landsat data for systematic monitoring of forest cover and change in the Congo Basin. *Remote Sensing of Environment*, 112(5), 2495–2513.
- Kushardono, D., & Dewanti, R. (2016). Pemetaan Kebutuhan Sensor Optik Satelit Penginderaan Jauh di Indonesia (The Mapping of Remote Sensing Satellite Optical Sensor Needs in Indonesia). *Majalah Inderaja VII*, 20–27.
- Kustiyo, Dewanti, R., & I., L. (2014). Pengembangan Metode Koreksi Radiometrik Citra SPOT 4 Multi-Spektral dan MultiTemporal untuk Mosaik Citra. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014*, 79–87.
- Kustiyo, & Hayati, A. K. (2016). Pengembangan nilai kualitas radiometric untuk citra Landsat-8 (Fase I: Haze Identification). *Prosiding Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2016*, 124–132.
- Kustiyo, Orbita, R., A, T., Dewanti, R., Suzanne, F., & Jeremy, W. (2015). Annual forest monitoring as part of the Indonesia's National Carbon Accounting System. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 40, 441–448.
- Margono, B. A., Usman, A. B., Budiharto, & Sugardiman, R. A. (2016). Indonesia's Forest Resource Monitoring. *Indonesian Journal of Geography*, 48(1), 7–20.
- Orbita, R., Dewanti, R., Suzanne, F., & Jeremy, W. (2015). *The Remote Sensing Monitoring Program of Indonesia's National Carbon Accounting System: Methodology and Products*.
- RI (Republik Indonesia). (2011). *Undang-Undang No. 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial* (p. Lembaran Negara RI Tahun 2011, No. 49, Sekretariat). Sekretariat Negara.
- RI (Republik Indonesia). (2013). *Undang – Undang No. 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan* (p. Tambahan Lembaran, No. 5435). Sekretariat Negara.
- RI (Republik Indonesia). (2014). *Undang-Undang No. 6 Tahun 2014 tentang Desa* (p. Lembaran Negara RI Tahun 2014, No. 7). Sekretariat Negara.
- RI (Republik Indonesia). (2016). *Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 9 Tahun 2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Kebijakan Satu Peta pada Tingkat Ketelitian Peta Skala 1:50000* (p. Presiden Republik Indonesia. Jakarta).
- Setiyoko, A., Saputra, R. M., Asyiri, A., Dharma, G., & Yudha. (2016). Analisis Kesesuaian Pelayanan Data Penginderaan Jauh Terhadap Kebutuhan Pengguna. *Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2016*, 424–527.
- Shen, C., Zhao, C., Yu, M., & Peng, Y. (2018). Cloud cover assessment in satellite images via deep ordinal classification. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 3509–3512.
- Sulyantara, D. H., Siwi, S. E., Prabowo,

Y., Brahmantara, R. P., & Ulfa, K.
(2018). Algoritma haze detection
dengan menggunakan haze index
pada citra SPOT 6/7. *Jurnal*

*Penginderaan Jauh Dan
Pengolahan Data Citra Digital,*
15(3), 93–99.