

Analisis Data Sentinel-2 Untuk Mendukung Pariwisata Kawasan Wakatobi

Febzi Artaningh^a, Tania Septi Anggraini^a, Elstri Sihotang^a, Anjar Dimara Sakti^a, Agustan^b

^aTeknik Geodesi dan Geomatika, Institut Teknologi Bandung, Jl. Ganesha No 10, Bandung, Indonesia, 40132

^bPTPSW, BPPT, Jl. M.H. Thamrin No. 8 Jakarta, Indonesia, 10340

* Korespondensi Penulis, E-mail: febzi.artaningh@students.itb.ac.id



Dikirim: 1 2020;

Diterima: 18 Agustus 2020;

Diterbitkan: 19 Agustus 2020.

Abstrak. Pariwisata memiliki peran dalam meningkatkan ekonomi suatu kawasan, sehingga perlu dilakukan perencanaan, pengelolaan dan pemantauan kawasan pariwisata yang berkelanjutan. Metode penginderaan jauh berbasis satelit terbukti handal untuk mendapatkan informasi suatu kawasan secara efektif dan teratur. Satelit Sentinel-2 memantau perubahan tutupan lahan secara berkala sehingga dapat digunakan untuk analisis daya dukung lingkungan untuk kepariwisataan. Pengolahan data Sentinel-2 yang terdiri dari beberapa citra (*scene*) pada dua waktu pengamatan dilakukan dengan strategi *mosaic* dan komposit warna. Keunikan pesisir Kawasan Wakatobi dianalisis dengan metode indeks vegetasi dikombinasikan dengan data pasut. Terdapat beberapa objek yang terindikasi mengalami perubahan spektrum dan wilayah yang mengalami perubahan berkisar 30,55 km² dalam tempo 5 bulan. Objek menarik tersebut berpotensi untuk mendukung wisata di Kawasan Wakatobi.

Kata kunci: ekonomi; pariwisata; pemantauan; sentinel-2; Wakatobi;

Sentinel-2 Data Analysis to Support Special Interest Tourism in the Wakatobi Region

Abstract. Tourism has a role for power improvement of the regional economy; therefore, it is important to do a good plan, management, and monitoring the tourism areas for sustainable goals. Satellite-based remote sensing methods are proven reliable in getting area information effectively and regularly. The Sentinel-2 satellites monitoring land cover changes regularly thus that it can be used to analyze the environmental carrying capacity for tourism. Sentinel-2 data that consists of several scenes at two-time observations were processed by mosaicking and spectral color composite strategies. The Wakatobi coastal uniqueness was analyzed by the vegetation index method combined with tidal data. There are several regions that were indicated to have spectral changes over five months, with an area approximately 30,55 km². These interesting objects have the potential to support tourism in the Wakatobi region.

Keywords: economy; monitoring; sentinel-2; tourism; Wakatobi.

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi masyarakat merupakan suatu aspek penting demi mendukung pertumbuhan ekonomi nasional. Pariwisata dapat memberikan kemakmuran dan kesejahteraan untuk berbagai kalangan dengan memicu pertumbuhan ekonomi, terciptanya lapangan kerja serta dapat memunculkan peluang bisnis dan berbagai peluang lainnya. Pariwisata merupakan industri yang berkembang pesat, seperti wisata bahari yang merupakan salah satu sektor pariwisata yang berpotensi di Indonesia. Dengan ketercapaian *sustainable tourism*, diharapkan dapat mencapai 3 *goals* pada SDGs yakni *decent work and economic, responsible consumption and production* serta *life below water* [1].

Kabupaten Wakatobi merupakan salah satu Kabupaten yang berada di Sulawesi Tenggara dengan pusat pemerintahannya berada di Pulau Tomia [2]. Luas Wakatobi 832 km² dengan 70% merupakan wilayah perairan sehingga potensi wilayah Wakatobi berupa wisata bahari dengan 75% spesies terumbu karang terindah di dunia [3]. Taman Nasional Wakatobi merupakan 10 destinasi wisata terbaik di Indonesia [4].

Peranan sektor pariwisata dalam menciptakan *output* perekonomian mencapai 5.57% dan 5.89% pada tahun 2015-2016 dan untuk penciptaan lapangan kerja dari sektor pariwisata sebesar 4.19% [5]. Dengan meningkatnya pariwisata pada suatu wilayah maka perekonomiannya diharapkan berbanding lurus dengan naiknya tingkat pariwisata. Dalam pengembangan pariwisata suatu daerah, perlu memperhatikan potensi yang dimiliki oleh daerah yang bersangkutan. Makin banyak potensi yang ada dalam suatu daerah, makin layak daerah itu dikembangkan menjadi daerah tujuan wisata [6]. Pengembangan pariwisata yang berkelanjutan mengacu pada beberapa aspek yang harus diperhatikan seperti aspek lingkungan hidup, ekonomi, dan sosial budaya yang mesti dijaga keseimbangan dari ketiga aspek tersebut agar pariwisata yang berkelanjutan dapat tercapai [7].

Dalam mencapai tujuan pariwisata yang berkelanjutan dibutuhkan data yang dapat mendukung pengambilan keputusan terhadap pengembangan selanjutnya. Perencanaan pemanfaatan ruang wilayah pesisir yang berwawasan lingkungan memerlukan data dan informasi yang akurat, objektif dan dapat diperoleh secara cepat. Teknik penginderaan jauh dalam hal ini satelit mempunyai peranan penting [8]. Dengan penginderaan jauh dapat dilakukan pemantauan terhadap suatu objek pada wilayah pariwisata dengan begitu perencanaan pemanfaatan ruang lebih efektif serta pemantauan kondisi lingkungan pariwisata dapat dilakukan dengan biaya yang memadai. Penginderaan jauh dengan memanfaatkan wahana satelit dengan resolusi yang baik maka dapat memantau perubahan yang terjadi pada suatu wilayah dengan cakupan area yang luas.

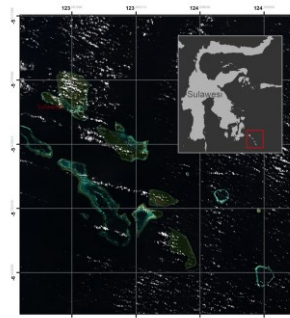
Data yang digunakan dalam penginderaan jauh dapat berbentuk hasil dari variasi daya gelombang bunyi dan atau energi elektromagnetik. Data yang diperoleh dari hasil penginderaan jauh tersebut dapat dikelola dan digunakan untuk berbagai kepentingan tertentu [9]. Teknologi penginderaan jauh dapat mempercepat keterlibatan masyarakat atau komunitas dalam implementasi dan manajemen pemantauan lingkungan untuk mencapai lingkungan yang berkelanjutan [10]. Jika dibandingkan dengan pengambilan sampel secara langsung dilapangan pemantauan lingkungan dengan penginderaan jauh khususnya satelit memiliki efisiensi biaya [11]. Data penginderaan jauh berupa citra selanjutnya dapat dilakukan pengolahan untuk memantau sebuah perubahan fenomena pada suatu wilayah pariwisata sehingga dapat meningkatkan potensi pariwisata yang berkelanjutan.

Data yang akan digunakan dapat menentukan seberapa detail informasi yang diberikan. Resolusi spasial merupakan kemampuan untuk menampakkan dua objek yang berdekatan secara terpisah, yang dapat disebut juga daya memecah detail suatu objek. Resolusi spasial dipengaruhi oleh piksel citra tersebut. Semakin banyak piksel dan ukuran piksel yang kecil memberikan detail yang lebih baik, karena setiap piksel akan mewakili informasi suatu citra [12]. Produk sentinel-2 akan digunakan dalam proses interpretasi sebab memiliki resolusi yang cukup memadai untuk proses intrespretasi objek pada wilayah Wakatobi. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis data sentinel-2 pada wilayah Wakatobi yang berpotensi terjadi perubahan fitur yang mungkin dapat mendukung pariwisata daerah tersebut.

II. METODOLOGI

2.1 Studi Area

Pada penelitian ini mengambil studi area yang berlokasi di wilayah Wakatobi tepatnya daerah wilayah sekitar 5°43'33.23"S dan 123°39'38.95"E yang berada pada Provinsi Sulawesi Tenggara yang merupakan salah satu destinasi wisata bahari di Indonesia. Wakatobi merupakan singkatan dari empat nama pulau utama yang membentuk kepulauan, yaitu Wangi-wangi, Kaledupa, Tomia, dan Binongko.



Gambar 1. Area studi yang terletak di wilayah Wakatobi

Wakatobi merupakan salah satu wisata bahari di Indonesia yang merupakan Taman Nasional dengan berbagai objek wisatanya

2.2 Data

Sentinel-2A merupakan satelit observasi bumi milik European Space Agency yang diluncurkan pada 23 Juni 2015 dan Sentinel-2B pada 17 Maret 2017. Sentinel-2 memiliki misi menyediakan layanan untuk mendukung pemantauan lahan dengan kemampuan satelit kembarnya yang akan memastikan cakupan wilayah yang sistematis serta frekuensi kunjungan tinggi untuk mendukung pemetaan, klasifikasi perubahan penggunaan lahan, serta akurat dalam mengevaluasi parameter *biogeophysical*. Dengan adanya dua satelit, seluruh wilayah diindikasikan memiliki waktu *revisit* setiap 5 hari.

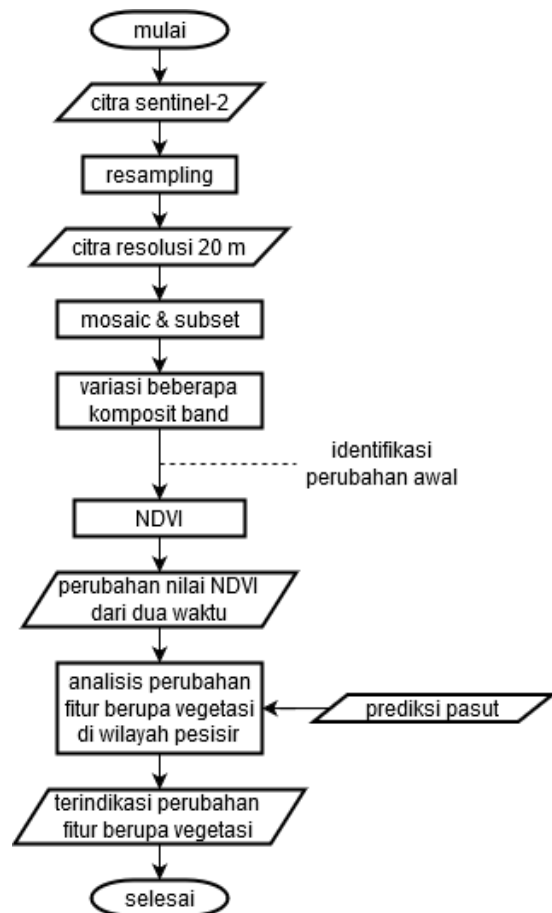
Sentinel-2 memiliki berat 1,2 ton dengan masa operasi selama 12 tahun, dengan orbit *sun-synchronous* [13]. Orbit *sun-synchronous* dipahami berupa sebuah orbit yang mendekati polar dan memiliki efek mempertahankan geometri orbit sesuai pergerakan matahari sehingga pencahayaan matahari disepanjang lintasan relatif sama pada setiap misi [14]. Sentinel-2 memiliki resolusi spasial yang beragam terhadap spektral yang dimiliki seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Resolusi spasial pada sentinel-2

Resolusi spasial (m)	Nomer band	Panjang gelombang tengah (nm)
60	1	443
10	2	490
10	3	560
10	4	665
20	5	705
20	6	705
20	7	783
10	8	842
20	8b	865
60	9	945
60	10	1375
20	11	1610
20	12	2190

Santinel-2 memanfaatkan teknologi dan pengalaman luas yang diperoleh Eropa dan Amerika Serikat untuk mempertahankan penyediaan data dalam manajemen resiko (banjir dan kebakaran hutan, *land subsidence* dan tanah longsor), penggunaan lahan, pengawasan wilayah hutan, *early warning systems*, manajemen air, pemetaan, serta bencana alam [15]. Citra dengan level-2A yang digunakan memiliki cakupan satu citra seluas 100 × 100 km² dengan data *reflektan Bottom of Atmosphere* (BOA). Citra yang digunakan pada penelitian ini merupakan citra pada 23 Juni 2019 dan 30 November 2019. Untuk mencakupi seluruh daerah studi maka menggunakan empat citra untuk masing masing waktu. Proses akuisisi citra untuk setiap data, yakni sekitar pukul 02:04:51 UTC atau pukul 10:04:51 WITA. empat citra yang digunakan berupa citra pada *tile* MWP, MWQ, MXP dan MXQ.

2.3 Metode



Gambar 2. Alur pengolahan data

Data citra yang telah didapat selanjutnya akan dilakukan pemrosesan agar dapat dilakukan analisis terhadap datanya.

Pengolahan data citra menggunakan platform SNAP yang dikembangkan oleh *European Space Agency* (ESA). Proses pengolahan data yang dilakukan dapat dilihat di **Gamb2**.



Gambar 3. Empat citra yang akan dilakukan prose mosaik dan menentukan batas wilayah studi

a) *Resampling*

Citra sentinel-2 memiliki 13 *band* dengan resolusi spasial yang beragam. Resolusi spasial 10 meter dimiliki oleh *band blue* (493 nm), *green* (560 nm), *red* (665) dan *Near infra-red* (833 nm) untuk resolusi spasial 20 meter terdapat 4 *band* berupa *visible and near-infrared* (VNIR) *red edge* dan 2 *band* SWIR serta *band* dengan resolusi spasial 60 m, yakni *band* dengan rentang 443 nm untuk studi *aerosol* dan *band* 945 nm kebutuhan studi uap air dan *band* 1374 nm. Perbedaan resolusi spasial yang dimiliki citra sentinel-2 perlu dilakukan *resampling* agar resolusi spasial setiap *band* memiliki resolusi yang sama. *Resampling* yang dilakukan dengan interpolasi *nearest neighbor*. Proses *resampling* dilakukan untuk integrasi multi resolusi citra satelit dengan mengkombinasikan dua jenis citra satelit yang mempunyai resolusi yang berbeda [16]. *Resampling* yang dilakukan untuk membuat resolusi spasial *band* yang dipilih menjadi seragam dan agar dapat dilakukan *mosaic* citra, pada hasil *resampling* didapatkan resolusi spasial 20 m untuk setiap *band*. Perangkat pengolahan berspesifikasi baik dapat menunjang proses pengolahan yang cepat dan berhasil. Pengolahan data yang dilakukan pada perangkat dengan RAM 4 *Gigabyte* tidak mendukung pemrosesan data secara cepat dan dapat terjadi kegagalan pengolahan data. Saat pengolahan data dilakukan perlu dipastikan kembali spesifikasi perangkat yang digunakan mampu untuk melakukan pengolahan data secara efektif. Hasil *resampling* 20 m dipilih dengan pertimbangan kemampuan perangkat dalam mengolah data citra, sebab untuk hasil *resampling* 10 m sering terjadi kegagalan proses *resampling* sehingga untuk memperbesar keberhasilan proses pengolahan data, resolusi spasial yang dipilih diturunkan menjadi 20 m. *Resampling* yang dilakukan pada SNAP berlaku secara keseluruhan untuk setiap *band* sehingga hasil *resampling* berlaku untuk seluruh *band* pada citra. Dengan adanya variasi beberapa *band* selanjutnya akan dilakukan analisis awal dengan beberapa variasi komposit *band* untuk melihat dengan lebih baik apabila terhadap perubahan fitur.

b) *Mosaic*

Wilayah studi yang diambil terdiri dari 4 bagian citra yang berbeda, setelah *resampling* dilakukan maka keempat citra akan dilakukan proses *mosaic*.

Proses *mosaic* data diperlukan untuk analisis wilayah studi secara keseluruhan, sehingga dilakukan *mosaic* citra.

c) *Komposit band*

Komposit dilakukan dengan kombinasi tiga *band* untuk menghasilkan visual tertentu. Analisis citra dilakukan dengan berbagai variasi komposit *band* untuk melihat karakteristik dari permukaan daerah studi sehingga proses *resampling* dilakukan pada proses sebelumnya, agar dapat menggunakan beberapa jenis kombinasi *band* dalam analisis awal. Pada penelitian ini, dilakukan analisis awal menggunakan beberapa variasi komposit *band* untuk melihat perubahan yang mungkin terjadi pada fitur di wilayah penelitian. Berdasarkan beberapa hasil komposit *band*, ditampilkan hanya dua komposit *band* saja yang yang sekiranya dapat memperlihatkan perubahan pada wilayah studi lebih jelas dibandingkan komposit *band* yang lainnya. Pada komposit *band* natural color menggunakan *band red* (4), *green* (3) dan *blue* (2). Pada komposit *natural color* menampilkan visual citra sama seperti di permukaan bumi. Untuk komposit false color dibentuk dari kombinasi *band* NIR, *red* dan *green* [17].

d) *NDVI*

Indeks vegetasi didefinisikan dari kombinasi dua *band* atau lebih yang berkaitan dengan karakteristik spektral vegetasi [18]. Reflektan pada *band red* akan menurun saat perkembangan sebuah vegetasi berlangsung karena proses fotosintesis yang berlangsung pada daun. Sedangkan untuk reflektan pada *band* NIR mengalami peningkatan seiring perkembangan suatu vegetasi [18]. Rasio antara 2 jenis *band* dibutuhkan untuk menyeimbangkan efek yang didapatkan dari radiasi matahari, kondisi atmosfer, *illumination* seperti bayangan awan ataupun bukit [13-14]. Sebagai alat pemantauan vegetasi, NDVI dapat digunakan untuk menilai suatu target termasuk vegetasi hijau hidup atau tidak [18]. NDVI dihitung dengan Pers (1) :

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad (1)$$

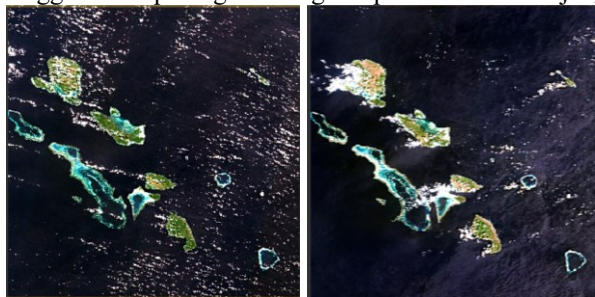
Dengan *Red* dan NIR merupakan reflektan pada kanal tersebut. Nilai NDVI 0,1 kebawah bisa berupa

wilayah tandus, bersalju atau pasir. Untuk nilai menengah 0,2 sampai 0,3 berupa semak atau rumput, dan untuk nilai yang lebih tinggi sampai 1 menunjukkan hutan hujan serta nilai NDVI dekat dengan 0 berupa lahan kosong dan nilai negatif berupa wilayah perairan [19].

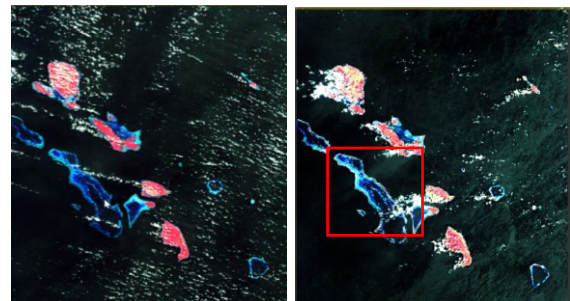
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data citra yang dilakukan dengan menggunakan perangkat dengan spesifikasi menunjang

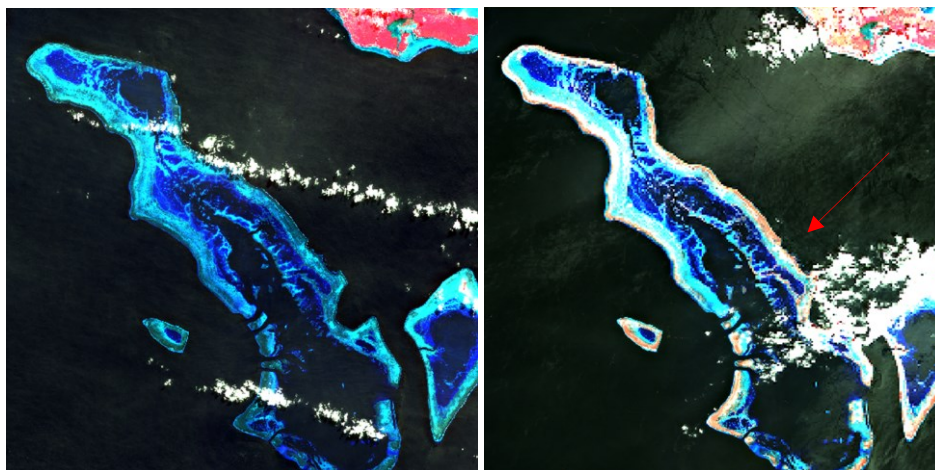
sebab perangkat sangat mempengaruhi kecepatan proses pengolahan data citra. Setelah pengolahan data pada wilayah wakatobi telah dilakukan, pada penelitian ini peneliti melakukan analisis terhadap hasil yang telah didapat. Analisis awal dilakukan pengamatan dengan menggunakan komposit *band*.



Gambar 4. Natural color 23 Juni & 30 November 2019



Gambar 5. False color 23 Juni & 30 November 2019

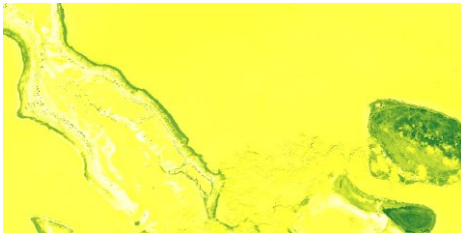


Gambar 6. Perubahan yang terlihat pada salah satu wilayah

Berdasarkan hasil komposit *false color*, setelah dilakukan pengamatan pada salah satu area mengalami perubahan yang terjadi pada citra bulan November Error! Reference source not found., area tersebut memiliki warna merah sedangkan pada bulan Juni tidak demikian. Indikasi awal fitur pada area bulan November tersebut merupakan sebuah vegetasi yang pada komposit *band false color* menunjukkan warna merah. Untuk memastikan indikasi awal terhadap fitur yang berubah dilakukan dengan menggunakan NDVI.



Gambar 7. NDVI bulan Juni pada salah satu wilayah yang terindikasi terjadi perubahan



Gambar 8. NDVI bulan November pada wilayah yang mengalami perubahan

Gambar 77 dan **Gambar 88** menunjukkan indeks vegetasi berupa NDVI antara 2 data dengan warna semakin hijau menunjukkan nilai NDVI lebih tinggi sampai dengan 1. Dari kedua data tersebut, diketahui bahwa NDVI pada 23 Juni dan 30 November memiliki perbedaan, terlihat bahwa pada bulan November terjadi perubahan pada fitur dengan melihat hasil sampel yang diambil memiliki nilai NDVI yang berbeda antara bulan Juni dan November tertera pada Tabel 2.

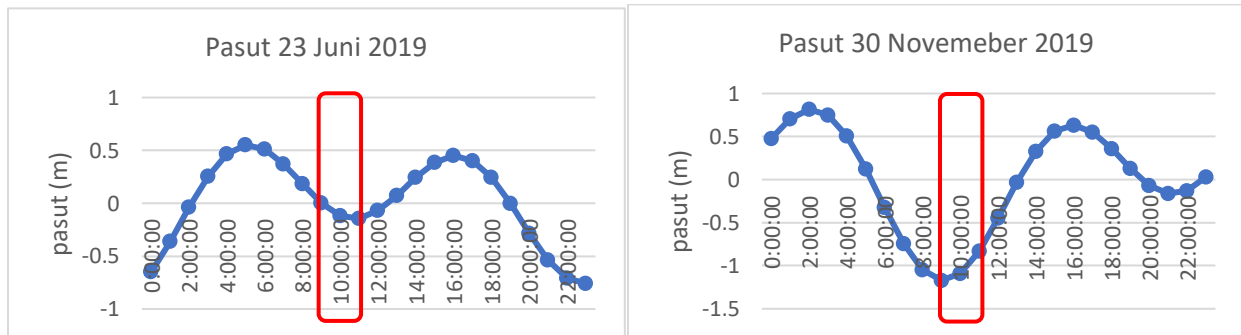
Tabel 2. Nilai NDVI dari 4 sampel

Sampel	NDVI	
	November	Juni
1	0,476296	-0,32749
2	0,4663657	-0,3266

3	0,4607509	-0,09992
4	0,4996206	-0,48378

Sampel yang diambil untuk menunjukkan perbedaan nilai dari kedua waktu dan titik sampel yang diambil tersebar pada wilayah yang mengalami perubahan. Dari sampel yang diambil dapat diketahui bahwa nilai NDVI pada citra 23 November berkisar 0,4 yang menunjukkan bahwa fitur tersebut terindikasi merupakan sebuah vegetasi dapat berupa rumput atau vegetasi jenis lainnya yang biasanya hidup dipesisir sedangkan pada sampel yang diambil pada 23 Juni menunjukkan nilai NDVI yang negatif yang dapat diindikasikan merupakan sebuah perairan. Wilayah yang mengalami perubahan tersebut juga memiliki kemungkinan merupakan sebuah vegetasi air yang muncul ke permukaan saat air laut sedang surut terjadi.

Untuk memastikan indikasi awal, data prediksi pasut pada **Gambar 99** digunakan sebagai bahan analisis lanjutan. Dari data prediksi pasut untuk waktu akuisisi data citra pada pukul 10:04 terlihat kondisi air sedang surut dengan perbedaan antara pasut Juni dan November sebesar 0,927 m dengan kondisi pasut 30 November 2019 lebih rendah. Hal ini memungkinkan saat air laut surut, vegetasi dalam air muncul ke permukaan sehingga terdeteksi sebagai sebuah vegetasi dengan menggunakan indeks vegetasi NDVI.



Gambar 9. Prediksi pasut pada wilayah yang mengalami perubahan untuk 23 Juni dan 30 November 2019 (dimodifikasi dari data [20])

IV. KESIMPULAN

Pada rentang waktu 5 bulan, dari data hasil didapatkan bahwa perubahan fitur pada suatu wilayah pariwisata Wakatobi terjadi pada salah satu area yang diidentifikasi awal dengan menggunakan komposit *false color*. Untuk memastikan perubahan yang terjadi digunakan juga indeks vegetasi NDVI untuk melihat nilai pada fitur yang berubah sebab pada komposit *false color* menunjukkan perubahan berupa vegetasi. Sebelum perubahan terjadi pada bulan Juni terindikasi berupa air

dengan nilai NDVI yang negatif dan pada waktu selanjutnya terindikasi rentang nilai NDVI 0,4 yang dapat tergolong merupakan sebuah vegetasi dengan tingkat *greenness* yang rendah. Dengan data prediksi pasut yang menunjukkan terjadi air surut pada 30 November, maka memungkinkan vegetasi air muncul ke permukaan dan terdeteksi sebagai sebuah vegetasi dengan menggunakan indeks vegetasi NDVI dengan luas perubahan wilayah berkisar 30,55 km². Pemantauan tutupan lahan menjadi salah satu cara untuk memaksimalkan potensi wisata daerah tersebut agar pengawasan dan pengembangan yang

dilakukan dapat maksimal. Berdasarkan hasil yang didapatkan, perubahan pada fitur terdeteksi pada salah satu wilayah akibat pasut. Dengan melihat peristiwa ini, kunjungan pariwisata sebaiknya berada pada waktu yang tepat agar fitur-fitur menarik pada wilayah tersebut dapat dinikmati oleh wisatawan secara maksimal terutama untuk wilayah pesisir yang terpengaruh pasang surut air laut. Penelitian yang dilakukan masih perlu di maksimalkan lagi untuk pengawasan selanjutnya terhadap fitur-fitur penting, agar tercapai pariwisata yang berkelanjutan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi dan Institut Teknologi Bandung yang telah memfasilitasi kegiatan ini. Seluruh penulis dari artikel ini berkontribusi setara dan masing-masing sebagai kontributor utama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] "Sustainable Development Goals," Sustainable tourism, [Online]. Available: <https://sustainabledevelopment.un.org/topics/sustainabletourism>. [Diakses 19 Juni 2020].
- [2] M. S. Husain, I. Ido dan A. Indriary, "Inventarisasi Potensi Wisata Bahari Kecamatan Tomia Timur Kabupaten Wakatobi.," Jurnal Geografi Aplikasi dan Teknologi, vol. 4(1), 2020.
- [3] E. Ahmad, "Potensi ekonomi wilayah pesisir kabupaten Wakatobi," Jurnal Ekonomi Pembangunan, 2016.
- [4] A. Damar, Z. Imran dan H. Madduppa, "The potential relative resilience of coral reefs in Wakatobi as a sustainable management foundation," Journal of Coastal Conservation, vol. 23(6), 2019.
- [5] L. UI, "Kajian Dampak Sektor Pariwisata terhadap Perekonomian Indonesia," 2018.
- [6] M. A. Sutrisno, "Pengembangan Pariwisata yang Berkelanjutan melalui Ekowisata," 2018.
- [7] G. Carbone, E. Yunis, R. Denman, A. Crabtree, K. G. A. Bien, B. Meade, A. Hassan dan K. Quickfall, "Making Tourism More Sustainable & United Nation Environment Programme & World Tourism Organization," 2005.
- [8] F. F. Muhsoni, "Arahan Pemanfaatan Ruang Wilayah Pesisir Untuk Pariwisata Dengan Memanfaatkan Citra Satelit Dan Sistem Informasi Geografis Di Sebagian Bali Selatan.," Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology, 2019.
- [9] W. Dewi, "Potensi Pembangunan Pariwisata Bahari Di Kabupaten Tuban Jawa Timur Dengan Menggunakan Data Citra Satelit.,"
- [10] B. Schaeffer, "Barriers to adopting satellite remote sensing for water quality management," International Journal of Remote Sensing, vol. 34(1), 2013.
- [11] J. Hedley, C. M. Reolfsema, I. Chollet, A. R. Harborne, S. Heron, S. Weeks dan V. Ticzon, "Remote sensing of coral reefs for monitoring and management: a review," Remote Sensing, vol. 8(2), 2016.
- [12] A. Oktaviana dan Y. Johan, "Perbandingan Resolusi Spasial, Temporal, dan Radiometrik Serta Kendalanya," Enggano, 2016.
- [13] Suhet, "Sentinel-2 User Handbook," 2013.
- [14] R. J. Boain, "AB-Cs of sun-synchronous orbit mission design," 2004.
- [15] M. Ddrusch, D. B. S. Carlier, O. Fernandez, F. Gason dan A. Meygret, "Sentinel-2: ESA's optical high-resolution mission for GMES operational services.," Remote sensing of Environment, 2012.
- [16] R. Shofiyati, "Integrasi multi resolusi citra satelit dengan metode sederhana untuk memonitor kondisi lahan. J Inform pertan," 2010.
- [17] M. Take, E. Baseski, B. Yuksel dan C. Senaras, "Multi-spectral false color shadow detection. In ISPRS Conference on Photogrammetric Image Analysis," Springer, Berlin, Heidelberg, 2011.
- [18] A. Huete, C. Justice dan W. Van Leeuwen, "MODIS vegetation index (MOD 13) algorithm theoretical basis document version 3," University of Arizona, 1999.
- [19] A. K. Bhandari, A. Kumar dan G. K. Singh, "Feature extraction using Normalized Difference Vegetation Index (NDVI): A case study of Jabalpur city," Procedia technology, 2012.
- [20] "Pusat Jaring Kontrol Geodesi dan Geodinamika," Online tide prediction, [Online]. Available: <http://tides.big.go.id/pasut/>. [Diakses 22 Juni 2020].