

Klasifikasi Terbimbing Tutupan Lahan Pulau Biak Menggunakan Citra SAR Sentinel-1 Polarisasi Ganda

Land Cover Supervised Classification of Biak Island Using Dual Polarization Sentinel-1 SAR Imagery

Daniel Sande Bona

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional - LAPAN

E-mail: daniel.sande@lapan.go.id

ABSTRAK – Pengamatan bumi menggunakan satelit penginderaan jauh optik di wilayah tropis menghadapi kendala tutupan awan yang tinggi. Kendala ini juga terjadi untuk wilayah Papua. Kondisi demikian menyebabkan diperlukannya penggunaan penginderaan jauh sensor radar SAR. Pada tahun 2016 Badan Antariksa Eropa meluncurkan satelit penginderaan jauh Sentinel-1b yang menggunakan sensor SAR dan menyediakan data satelit secara gratis. Makalah ini memaparkan hasil kegiatan penelitian klasifikasi terbimbing penutup lahan secara Pulau Biak menggunakan citra SAR Sentinel-1b polarisasi ganda.

Kata kunci: SAR, penutup lahan, klasifikasi terbimbing, Biak, Papua, Sentinel-1b

ABSTRACT – *Earth Observation by Optical Remote Sensing Satellite in tropical area encounter high cloud cover problem. This problem especially more apparent in Papua. This condition require utilization of SAR satellite remote sensing data. In 2016 European Space Agency launched Sentinel-1b that equipped with SAR sensor and provide its data free for public. This paper discusses research result of Land Cover Supervised Classification in Biak Island using Sentinel-1b dual polarization SAR data.*

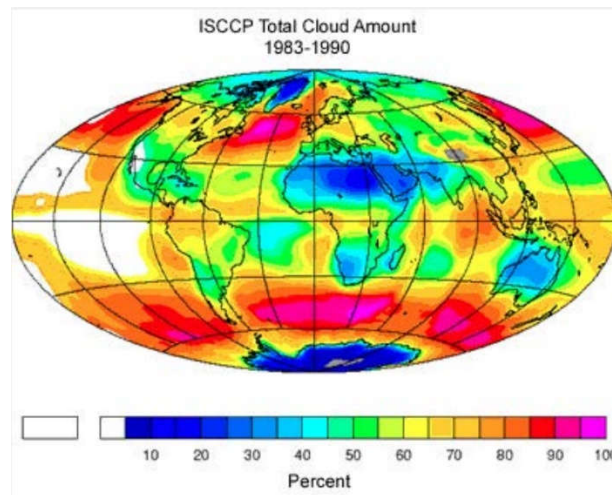
Keywords: SAR, landcover, supervised classification, Biak, Papua, Sentinel 1-b

1. PENDAHULUAN

Data spasial tutupan lahan adalah salah satu data fundamental untuk digunakan dalam hal pengambilan keputusan antara lain untuk perencanaan pembangunan, pemantauan lingkungan, inventarisasi sumber daya alam. Data tutupan lahan merupakan data yang sifatnya dinamis dan berubah bergantung waktu yang disebabkan oleh aktivitas manusia dan siklus alam sehingga perlu adanya pembaruan dari waktu ke waktu. Salah satu cara yang saat ini sudah digunakan untuk memetakan tutupan lahan adalah dengan menggunakan data penginderaan jauh satelit.

Penginderaan jauh satelit telah terbukti menjadi sarana yang efisien untuk memperoleh informasi temporal tutupan lahan dan juga memetakan distribusi spasial tutupan lahan. Penginderaan jauh satelit berdasarkan sifat sensornya dibagi menjadi dua yaitu sensor aktif dan sensor pasif. Sensor pasif atau sensor optik menggunakan sumber energi lain seperti matahari untuk mengindera suatu objek di bumi. Sementara sensor pasif atau radar menggunakan sumber energi sendiri seperti gelombang mikro untuk mengindera suatu objek di bumi (Jensen, 2005) dan (Lillesand dan Kiefer, 1999). Data penginderaan jauh optis multispektral telah digunakan secara luas dan menjadi andalan untuk memetakan perubahan tutupan lahan seperti Landsat, SPOT, ALOS. Namun penginderaan jauh optis memiliki keterbatasan yaitu tutupan awan. Dan di Indonesia yang merupakan wilayah tropis tutupan awan secara rata-rata mencapai lebih dari 60% (NASA, 2017). Di sisi lain data penginderaan jauh radar mampu mengindera obyek di bumi tanpa terkendala tutupan awan dan juga dapat beroperasi siang dan malam (Lillesand dan Kiefer, 1999).

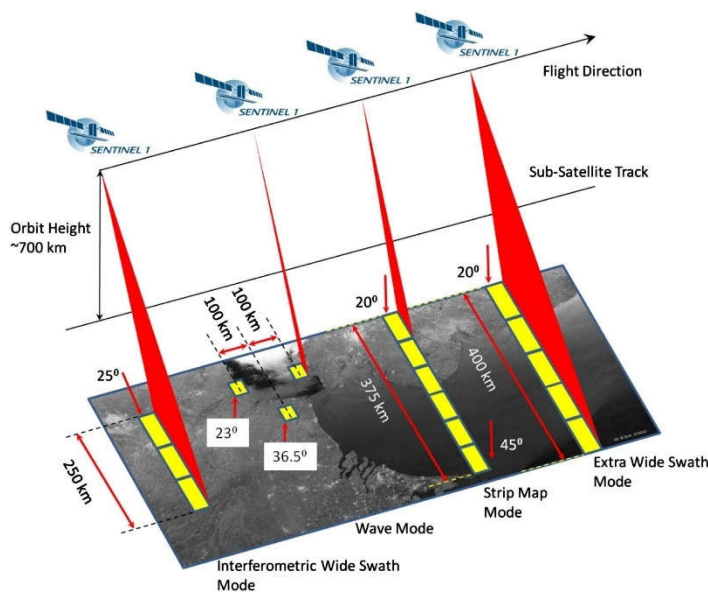
Pemanfaatan data penginderaan jauh satelit radar untuk memetakan tutupan lahan belum sebanyak data optik multispektral. Salah satu faktor penghambat ialah harga data yang mahal dan ketersediaan data radar yang sifatnya bebas atau gratis sangat terbatas. Disamping masalah akses data, kendala lainnya ialah bahwa pemanfaatan data radar untuk pembuatan tutupan lahan adalah perbedaan pola dan tekstur citra yang membuat proses interpretasi tutupan lahan menggunakan data radar lebih rumit.



Gambar 1. Global Cloud Cover (NASA,2017)

Ketersediaan data radar secara gratis dan terbuka untuk publik terjawab ketika diluncurkannya satelit Sentinel-1a pada tahun 2014 dan Sentinel-1b pada tahun 2016 (ESA, 2013). Satelit Sentinel 1 bekerja pada frekuensi C-Band pada panjang gelombang 5.4 cm, *Right Sight* yang memiliki kemampuan polarisasi tunggal dan polarisasi ganda dan juga memiliki empat mode observasi yaitu:

1. *Wave Mode*: resolusi 5 meter, area cakupan 20 x 20 Km
2. *Extra Width Swath*: resolusi 20 meter, area cakupan 400 x 400 Km
3. *Interferometric Wide Swath*: resolusi 20 meter



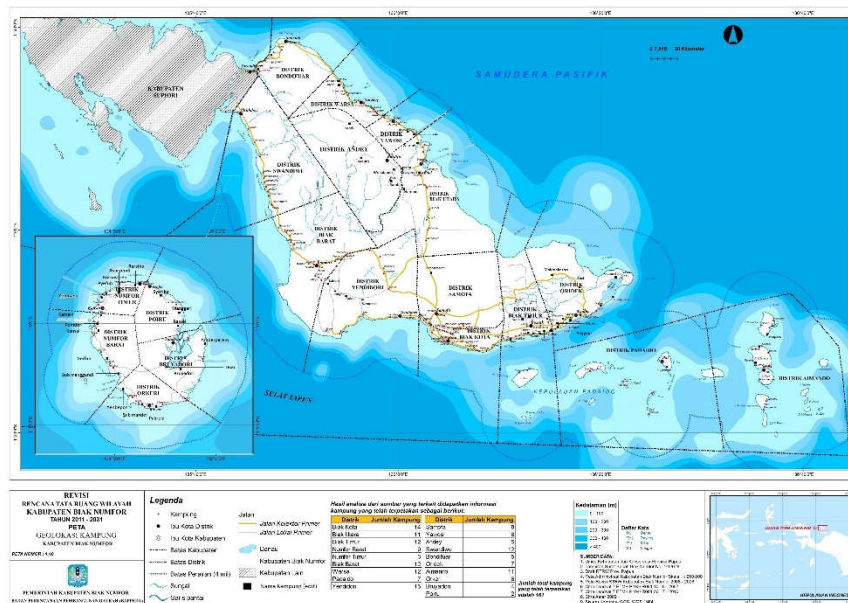
Gambar 2. Mode observasi Sentinel-1A (ESA, 2013)

Salah satu metoda memetakan tutupan lahan adalah dengan menggunakan teknik klasifikasi terbimbing. Teknik ini menggunakan data *training sample* beberapa jenis kelas tutupan lahan. Kemudian dengan menggunakan beberapa jenis algoritma seperti *minimum distance*, *maximum likelihood*, *support vector machine* untuk dapat mengklasifikasi tutupan lahan dari suatu citra penginderaan jauh (Congedo, 2017). Selama ini klasifikasi terbimbing sering dilakukan pada citra penginderaan jauh satelit optis. Makalah ini mencoba melakukan analisa kemampuan citra radar Sentinel-1 polarisasi ganda untuk membuat tutupan lahan menggunakan metode klasifikasi terbimbing. Klasifikasi tutupan lahan pada makalah ini dibatasi menjadi 5 kelas tutupan lahan yaitu hutan, semak, pemukiman (*urban*), *mangrove*, dan tubuh air.

2. METODE

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian adalah Pulau Biak yang secara administratif terdiri dari dua kabupaten yaitu Kabupaten Biak dan Kabupaten Supiori.



Gambar 3. Peta Kabupaten Biak (Bappeda)

2.2 Data

Data utama yang digunakan untuk proses klasifikasi terbimbing tutupan lahan adalah data citra radar Sentinel-1A yang diperoleh dari situs <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home> dengan rincian data dideskripsikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Keterangan Citra Sentinel-1A

Karakteristik	Data 1
Scene ID	S1A_IW_GRDH_ISDV_20170315T091249_20170315T091317_015700_019D6C_62FA.SAFE
Acquisition date	2017-03-15T09:12:49.698Z
Mode	IW
Pass Direction	Ascending
Antenna Pointing	Right
Polarisation	VV VH
Product Level	L1
Product Type	GRD

Untuk perbandingan visual pada makalah ini juga menggunakan citra optis multipsektoral Landsat dan Alos Palsar dengan rincian pada Tabel 2 Citra ALOS Palsar diperoleh dari Alaska Satellite Facility dari situs <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/> dan Citra Landsat diperoleh dari USGS melalui situs <https://libra.developmentseed.org/>

Tabel 2. Keterangan Citra ALOS PALSAR dan Landsat-8

Karakteristik	Citra 1	Citra 2	Citra 3	Citra 4	Citra 5
Satelit	ALOS PALSAR1	ALOS PALSAR1	ALOS PALSAR1	ALOS PALSAR 1	Landsat-8
Scene ID	ALPSRP076507170	ALPSRP076507160	ALPSRP078987160	ALPSRP078987170	LC81040612015261LGN01
Acquisition date	2007-07-02	2007-07-02	2007-07-19	2007-07-19	2015-09-18
Mode	FBD	FBD	FBD	FBD	
Pass Direction	Ascending	Ascending	Ascending	Ascending	
Polarisation	HH HV	HH HV	HH HV	HH HV	
Product Level	L1.1	L1.1	L1.1	L1.1	

2.3 Perangkat Lunak dan Perangkat Keras

Perangkat lunak (*software*):

1. ESA SNAP (*Sentinel Toolbox*) untuk mengolah data radar
2. QGIS 2.14
3. *Semi Automatic Classification Plugin QGIS* untuk klasifikasi terbimbing

Perangkat keras (*hardware*):

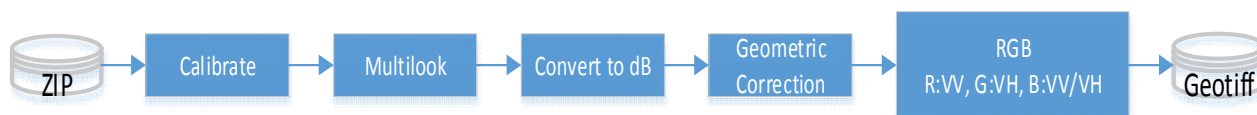
Processor: Intel I7-4710HQ@2.5GHz

RAM: 16GB-DDR3

GPU: NVIDIA *Geforce GTX 860*

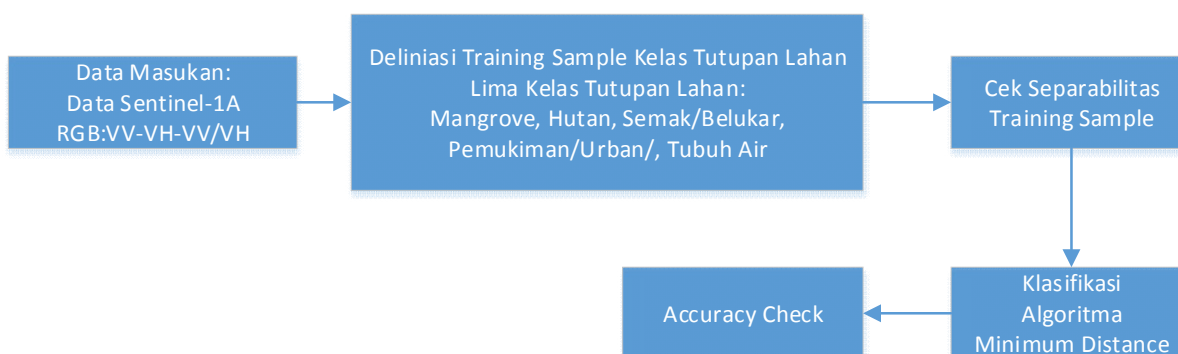
2.4 Diagram Alir

Proses olah data radar Sentinel-1A adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Diagram Alir Olah Citra Sentinel-1A (NASA, 2017)

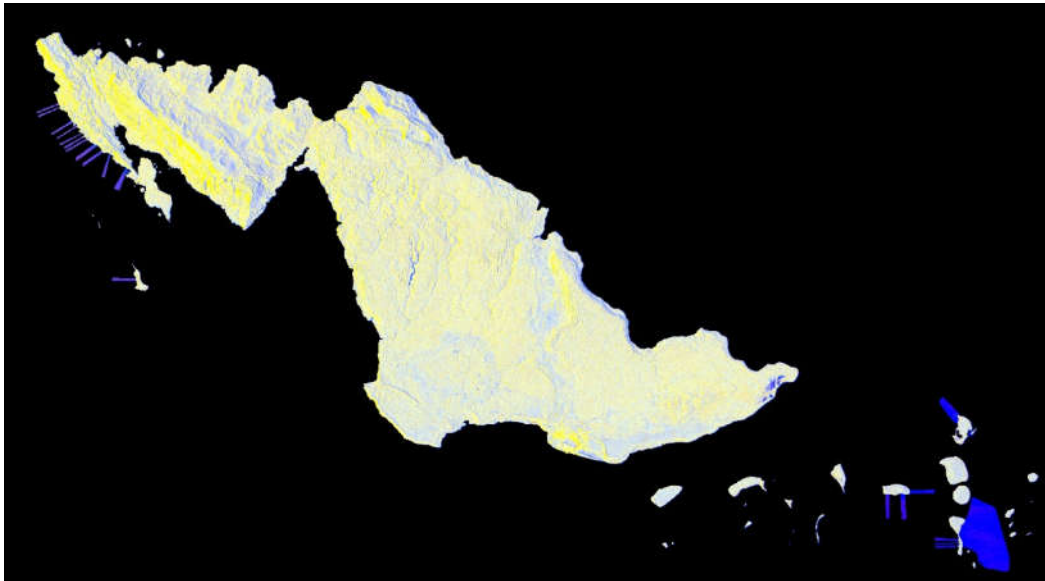
Proses Klasifikasi Tutupan Lahan dengan Klasifikasi Terbimbing adalah sebagai berikut:



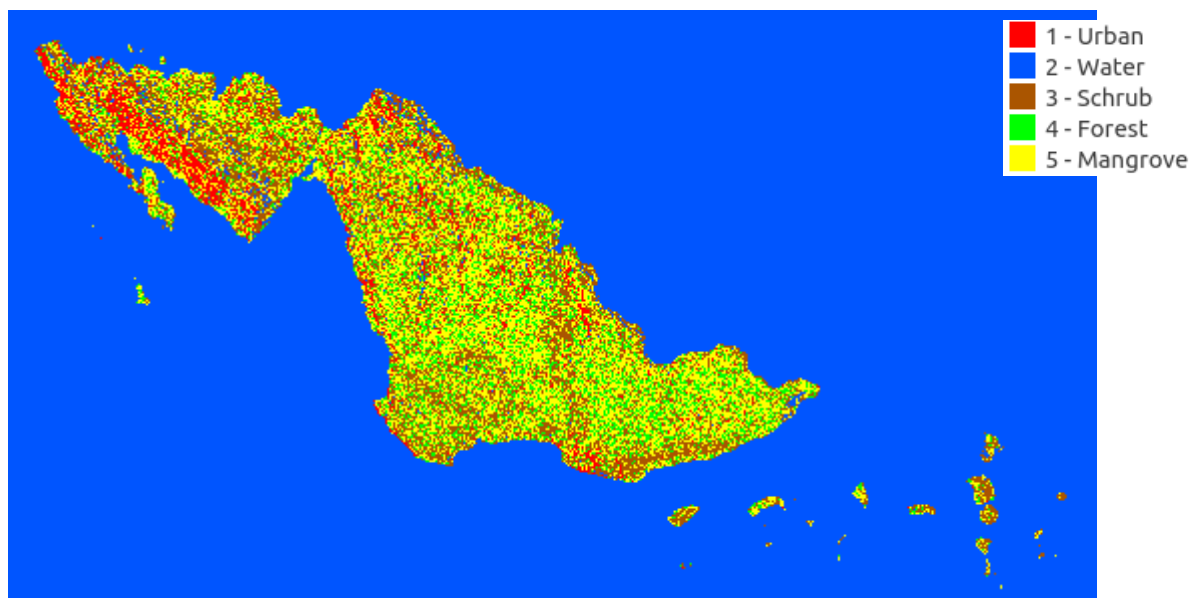
Gambar 5. Diagram alir klasifikasi terbimbing penutup lahan Citra Sentinel-1A Pulau Biak

Menguraikan tentang metode yang digunakan dalam penelitian termasuk data, peralatan, teori, diagram alir, beserta lokasi penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

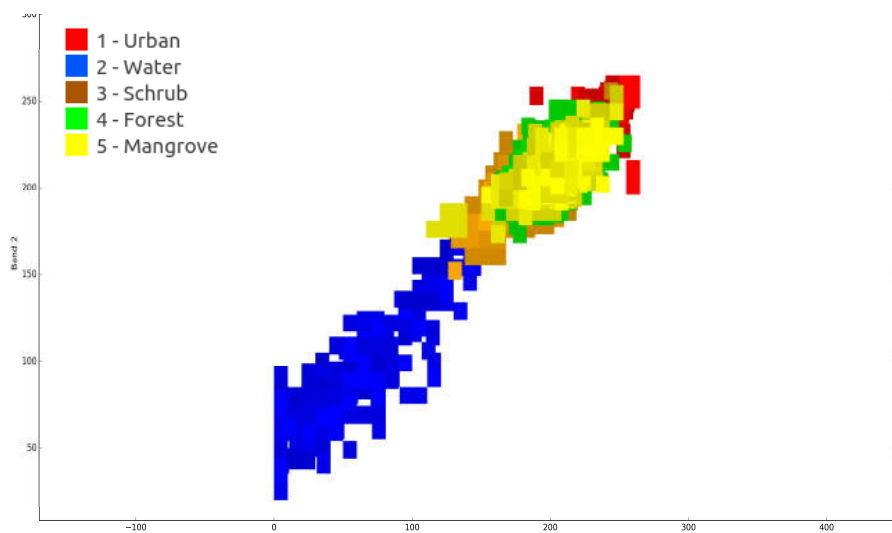


Gambar 6. Citra Komposit RGB (VV-VH-VV/VH) Sentinel-1A Pulau Biak



Gambar 7. Hasil Klasifikasi Terbimbing Penutup Lahan dengan Algoritma *Minimum Distance*

Pada penelitian ini lima kelas tutupan lahan yang ingin diklasifikasikan antara lain pemukiman (*urban*), semak/belukar (*schrub*), tubuh air (*water*), hutan (*forest*) dan bakau (*mangrove*). Jumlah *training sample* yang digunakan sebanyak 90. Jumlah *training sample* ini merupakan yang paling optimal dari beberapa kali iterasi klasifikasi. Secara visual dari gambar terdapat beberapa misklasifikasi jika mengacu pada kaidah interpretasi visual penginderaan jauh. Seperti dari aspek asosiasi umumnya pemukiman banyak di dataran rendah/pesisir namun pada **Gambar 7** di wilayah dataran tinggi seperti di bagian utara yang merupakan dataran tinggi hampir seluruh area diklasifikasi sebagai pemukiman (*urban*). Kemudian bakau (*mangrove*) habitatnya terletak di daerah pertemuan air asin dan air tawar sehingga terletak tidak jauh dari garis pantai dan sungai/muara sungai. Namun pada **Gambar 8** hasil klasifikasi terdapat kelas tutupan lahan bakau di daratan dalam jauh dari garis pantai dan tidak dilewati sungai. Secara statistik hasil klasifikasi juga kurang baik seperti ditunjukkan oleh *confusion matrix* pada **Tabel 3**.



Gambar 8. Scatter Plot Training Sample

Tabel 3. Confussion Matrix hasil klasifikasi

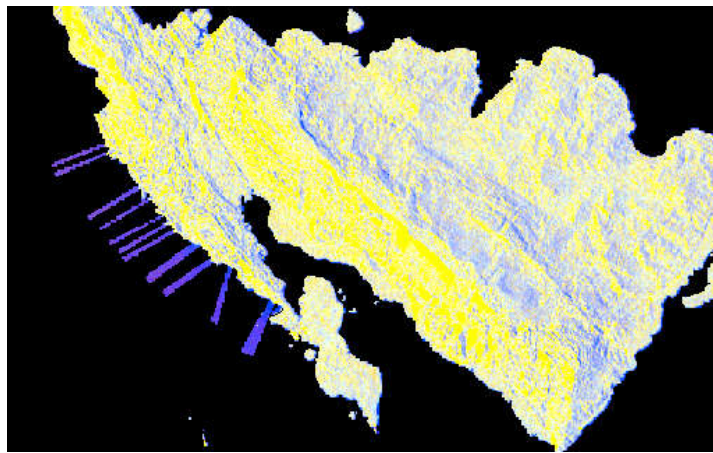
Hasil Klasifikasi	Referensi					Total (Pixel)	User's Accuracy	Kappa Coefficient
	Urban	Water	Schrub	Forest	Mangrove			
Urban	505	0	2	1224	21	1752	28.82%	0.236
Water	0	337	4	37	4	382	88.21%	0.876
Schrub	7	8	837	657	173	1682	49.76%	0.404
Forest	8	0	82	1030	220	1340	76.86%	0.401
Mangrove	17	0	314	1924	533	2788	19.11%	0.0811
Total (Pixel)	537	345	1239	4872	951	7944		
Producer Accuracy	94.04%	97.68%	67.55%	21.14%	56.04%			

Overall Accuracy: 40.81%, Kappa Coefficient: 0.264

Dari hasil penelitian terdapat beberapa faktor penyebab yang mungkin menyebabkan rendahnya akurasi klasifikasi penutup lahan dengan data radar Sentinel-1A Kabupaten Biak Numfor.

3.1 Efek Foreshortening

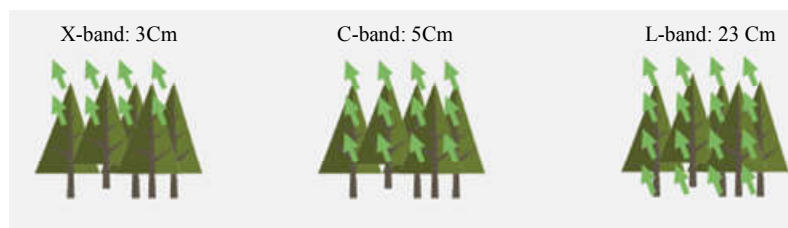
Efek *foreshortening* terjadi ketika sudut datang gelombang radar mengenai daerah pegunungan terjal dengan ketinggian tinggi/kelerengan curam yang menyebabkan nilai pantulan tinggi (*backscatter*) di satu sisi gunung dan nilai pantul rendah di sisi sebelah gunung (NRCAN, 2015) dan (ESA). Pada citra Sentinel-1A efek *foreshortening* yang cukup ekstrem terjadi di bagian barat laut (Distrik Supiori Selatan) di mana terdapat wilayah perbukitan yang cukup terjal. Sehingga ketika satelit sedang bergerak secara *ascending* dengan arah sensor ke kanan maka sisi barat gunung akan memiliki nilai pantul yang sangat tinggi yang secara visual memiliki kenampakan sangat terang dan dalam proses klasifikasi menyebabkan misklasifikasi sebagai kelas pemukiman (*urban*).



Gambar 9. Efek foreshortening

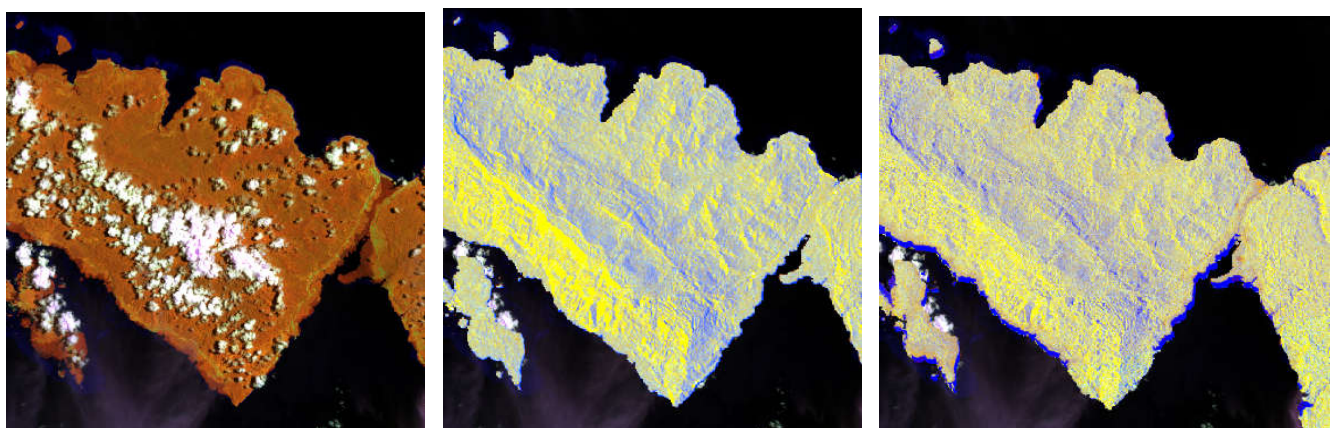
3.2 Efek Panjang Gelombang

Salah satu parameter penting pada data radar adalah panjang gelombang yang mempengaruhi kemampuan penetrasi gelombang radar untuk mengindera (NASA, 2017). Semakin tinggi panjang gelombangnya semakin dalam kemampuan penetrasinya. Sentinel-1A pada frekuensi C-Band dengan panjang gelombang 5.4 Cm sinyal gelombang mikro yang dipancarkan mampu melakukan penetrasi pada kanopi pada vegetasi namun terbatas hingga ranting-ranting pada vegetasi dan tidak mencapai dasar/permukaan tanah.



Gambar 10. Kemampuan penetrasi pada vegetasi berdasarkan panjang gelombang radar (ESA)

Pada penelitian ini panjang gelombang sangat berpengaruh untuk memetakan vegetasi yang tumbuh di lahan basah seperti bakau atau mangrove. Pada Citra Sentinel-1A tampilan visual mangrove dengan kombinasi R-G-B VV-VH-VV/VH secara rona kurang kontras sehingga tidak secara jelas dapat dibedakan dengan vegetasi lain (non-mangrove). Namun pada citra Sentinel-1A secara visual jika diamati secara seksama terlihat ada pola khas di area yang terdapat mangrove. Hal ini menyebabkan *overlapping* antara kelas mangrove dan kelas hutan seperti ditunjukkan pada Gambar 8 dan misklasifikasi kelas seperti Gambar 7 Namun jika panjang gelombang radar lebih panjang seperti citra radar Palsar dengan frekuensi L-band, tampilan mangrove lebih jelas terlihat kontras dibanding objek vegetasi lain. Hal ini karena sinyal Palsar memiliki tingkat penetrasi lebih dalam sehingga sinyalnya mampu menembus hingga ke tanah. Dan tanah yang lembab memiliki tingkat pantulan balik yang tinggi sehingga terjadi pola pantulan balik *double bounce* (NASA, 2017).



Gambar 11. Tampilan visual mangrove. (a) Landsat 8, (b) Sentinel-1A, (c) ALOS Palsar

3.3 Efek *Salt and Pepper*

Salah satu kelemahan utama dan bersifat *inherent* di semua citra radar adalah efek *salt and pepper*. Efek ini disebabkan karena gangguan acak konstruktif dan destruktif dari beberapa sinyal hambur balik pada tiap resolusi sel (NRCAN, 2015). Efek ini menimbulkan variasi hitam putih pada area yang fitur tutupan lahan yang sebenarnya homogen (ESA). Kondisi ini berdampak pada proses klasifikasi terbimbing menyebabkan sangat sulit untuk mendapatkan *training area* dengan nilai variabilitas (*covarian*) yang rendah sehingga pada penelitian ini tidak dapat dilakukan algoritma klasifikasi yang lebih kompleks seperti *maximum likelihood*. Dan efek ini berkontribusi paling besar terhadap misklasifikasi terutama di klasifikasi berbasis pixel (Sambodo dkk., 2014).

4. KESIMPULAN

Meskipun sensor penginderaan jauh aktif seperti SAR memiliki keunggulan dapat menembus awan dan dapat mengindera siang dan malam namun untuk aplikasi klasifikasi terbimbing tutupan lahan belum dapat menunjukkan kemampuan yang memuaskan. Pada proses klasifikasi terbimbing untuk lima kelas tutupan lahan *mangrove*, hutan, semak/belukar, pemukiman, tubuh air di pulau Biak menggunakan citra Sentinel-1A polarisasi ganda memiliki nilai akurasi yang kurang bagus yaitu 40% yang disebabkan beberapa faktor antara lain: *efek foreshortening*, panjang gelombang sinyal SAR, dan efek *salt and paper*. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mereduksi efek-efek tersebut agar dapat meningkatkan akurasi klasifikasi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih banyak kepada Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN sehingga tulisan ini bisa dipublikasikan pada seminar nasional ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Congedo, L. (2017). *Semi-Automatic Classification Plugin Documentation (Release 5.)*.
- ESA. (n.d.). Radar Course 2. Diakses 1 Agustus 2017 dari https://earth.esa.int/web/guest/missions/esa-operational-eo-missions/ers/instruments/sar/applications/radar-courses/content-2/-/asset_publisher/qIBc6NYRXfnG/content/radar-course-2-slant-range-ground-range
- ESA. (2013). *Sentinel-1 User Handbook*. Retrieved from https://sentinel.esa.int/documents/247904/685163/Sentinel-1_User_Handbook
- Jensen, J. R. (2005). *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective: Pearson Prentice Hall*. Upper Saddle River, NJ.
- Lillesand, T. M., dan Kiefer, R. W. (1999). *Remote Sensing and Image Interpretation*. Nev York Chichester Brisbane Toronto 6IS S.
- NASA. (2017). *Basics of Synthetic Aperture Radar*. Diakses 1 Juli 2017 dari <https://arset.gsfc.nasa.gov/disasters/webinars/intro-SAR>
- NRCAN. (2015). *Radar Image Distortions*. Retrieved August 1, 2017, from <http://www.nrcan.gc.ca/node/9325>
- Sambodo, K. A., Rahayu, M. I., Indriasari, N., dan Natsir, M. (2014). *Klasifikasi Hutan-Non Hutan Data ALOS PALSAR Menggunakan Metode Random Forest*. In Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014. Bogor.