

KLASIFIKASI SPASIAL PENUTUP LAHAN DENGAN DATA SAR DUAL-POLARISASI MENGGUNAKAN *NORMALIZED DIFFERENCE POLARIZATION INDEX* DAN FITUR KERUANGAN DARI MATRIK KOOKURENSI (SPATIAL LAND COVER CLASSIFICATION USING DUAL-POLARIZATION SAR DATA BASED ON NORMALIZED DIFFERENCE POLARIZATION INDEX AND SPATIAL FEATURES FROM CO-OCCURRENCE MATRIX)

Dony Kushardono

Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, LAPAN

e-mail : dony_kushardono@lapan.go.id, dony_kushard@yahoo.com

Diterima 15 Maret 2012; Disetujui 15 Juni 2012

ABSTRACT

In this study, the land cover classification method using the spatial information features of co-occurrence matrix and Normalized Difference Polarization Index (NDPI) data from dual polarization SAR Data was proposed. The spatial information features are used as input of supervised classification, and to get the performance of the proposed method, land cover classification was conducted with SAR C-band and L-band satellite data of Envisat ASAR and ALOS PALSAR. The results of the study are, the size of window on the SAR image to get the spatial information features of co-occurrence matrix and the use of additional NDPI data are giving effect to the accuracy of classification results. At the test area in Siak Riau Province which have 7 classes of land use, the optimum window size for co-occurrence matrix is 7pixel x 7pixel for ASAR data which has 75m spatial resolution, and more than 9pixel x 9pixel for PALSAR data which has 10m spatial resolution. The addition of the co-occurrence matrix information of NDPI data can improve the classification of accuracy up to 2%.

Key words: *Spasial land cover classification, Dual polarization SAR, NDPI, Co-occurrence matrix*

ABSTRAK

Pada penelitian ini, diusulkan metode klasifikasi penutup lahan menggunakan fitur informasi spasial dari matrik kookurensi dan *Normalized Difference Polarization Index* (NDPI) dari data penginderaan jauh SAR dual polarisasi. Fitur informasi keruangan digunakan sebagai masukan klasifikasi terbimbing, dan untuk melihat performansinya dicoba Data Satelit SAR C-band dan L-band dari Satelit ENVISAT ASAR dan ALOS PALSAR. Hasil penelitian, ukuran window pada citra SAR untuk mendapatkan fitur keruangan dari matrik kookurensi dan penggunaan tambahan data NDPI memberikan pengaruh terhadap akurasi hasil klasifikasi. Pada uji coba klasifikasi di Kabupaten Siak Provinsi Riau terhadap 7 kelas penggunaan lahan, ukuran window yang optimum dalam mengekstraksi informasi dengan matrik kookurensi adalah 7pixel x 7pixel untuk Data ASAR yang memiliki resolusi spasial 75m per pixel, dan 11pixel x 11pixel untuk Data PALSAR yang memiliki resolusi spasial 10m per pixel. Penambahan informasi matrik kookurensi data NDPI dari dual polarisasi dapat meningkatkan akurasi hasil klasifikasi hingga 2%.

Kata Kunci: *Klasifikasi spasial penutup lahan, SAR dual polarisasi, NDPI, Matrik kookurensi*

1 PENDAHULUAN

Penggunaan data satelit penginderaan jauh *Synthetic Aperture Radar* (SAR) untuk pemetaan dan pemantauan penutup penggunaan lahan di Indonesia adalah sangat penting, karena penggunaan data satelit penginderaan jauh optik di wilayah Indonesia memiliki liputan awan yang cukup tinggi sepanjang tahun sering mengalami kendala. Kebutuhan pemetaan sumberdaya alam diantaranya untuk pemetaan untuk perhitungan karbon nasional terkait REDD+, adalah cukup mendesak dan membutuhkan ketelitian. Akan tetapi metode interpretasi citra satelit SAR untuk pemetaan penutup lahan memang belum banyak berkembang dibanding metode untuk citra satelit optik seperti Landsat TM atau SPOT.

Belum populernya interpretasi citra satelit SAR, selain karena informasi objek yang dipantau berupa tekstur dan relatif lebih sulit interpretasi citranya dibanding optik, juga karena sensor satelit SAR pada awalnya hanya menggunakan polarisasi tunggal HH atau VV seperti JERS-1 SAR L-Band atau ERS-1 SAR C-Band. Tetapi pada dekade terakhir ini untuk meningkatkan informasi data satelit SAR, teknologi satelit penginderaan jauh radar sudah berkembang pesat. Sejak 1 Maret 2002, ENVISAT ASAR (*Advance SAR*) C-band yang merupakan lanjutan ERS-1 SAR, memiliki multi polarisasi HH, HV, VH, VV dan menggunakan beberapa mode operasi mulai yang cakupannya luas dengan polarisasi tunggal dan lebar cakupan sekitar 400 km resolusi spasial 75 m, mode polarisasi alternatif dengan dua polarisasi *Alternating Polarisation Mode* (APM) dengan lebar cakupan 100 km dan 75 m, dan mode presisi yang memiliki lebar cakupan 100 km dan resolusi spasial 12,5 m (ESA, 2007). ALOS *Phased Array L-band SAR* (PALSAR) L-Band yang diorbitkan pada 24 Januari 2006 dan merupakan program lanjutan JERS-1 SAR sekarang

berkembang menjadi memiliki polarisasi penuh (HH, HV, VH dan VV), dimana sensor SAR ini dilengkapi dengan mode pengamatan *single, dual, quad* dan scanSAR yang berturut-turut memiliki resolusi spasial 9m x 10m, 19m x 10m, 30m x 10m, dan 71m x 100m serta lebar cakupan 10km, 30km dan 350km (Ake *et.al.*, 2004).

Dengan berkembangnya sistem radar menjadi multi-polarisasi, untuk meningkatkan informasinya juga dikembangkan metode pemanfaatannya. Cao *et.al.* (2008) menggunakan *Normalized Difference Polarization Index* (NDPI) dari dual polarisasi data SAR untuk meningkatkan perbedaan objek geologi dan objek permukaan bumi lainnya. Makin banyak informasi yang dipergunakan dalam klasifikasi penutup lahan dengan data satelit penginderaan jauh, makin tinggi akurasi hasil klasifikasinya. Dony *et.al.* (1994 dan 1995) menggunakan informasi multi spektral ditambah informasi keruangan dan multi temporal data satelit dalam klasifikasi penutup lahan dapat memberikan peningkatan akurasi hasilnya yang berarti. Sedang pada klasifikasi penutup lahan dengan menggunakan data SAR, Dony (1998) menggunakan matrik kookurensi untuk mengekstraksi informasi keruangan dengan hanya data polarisasi tunggal SAR, kemudian Katmoko *et.al.* (2005, 2008) menggunakan metode Cloude dan Pottier untuk meningkatkan komponen *scattering*-nya pada interpretasi dengan data polarimetrik JPL Airsar L-band. Shimada dan Ohtaki (2010) telah mengembangkan koreksi radiometrik dan geometrik dengan ortho rektifikasi dan koreksi *slope* serta koreksi intensitas untuk mozaik data PALSAR yang dapat dipergunakan pemantauan lingkungan global.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan metode klasifikasi penutup lahan menggunakan data SAR multi-

polarisasi dengan menggunakan informasi keruangan dari matrik kookurensi dan NDPI.

2 EKTRAKSI INFORMASI DATA SAR

Informasi NDPI dari data satelit penginderaan jauh SAR dihasilkan dari dua polarisasi yang berbeda yaitu HH dan HV atau VV dan VH dengan formula selisih nilai *backscatter* (hamburan balik) kedua polarisasi dibagi jumlah keduanya (Cao *et.al.*, 2008). Dimana NDPI dari data citra ALOS PALSAR dual-polarisasi HH dan HV dihasilkan dengan formula,

$$NDPI(1) = [HV-HH]/[HH+HV] \quad (2-1)$$

$$NDPI(2) = [HH-HV]/[HH+HV] \quad (2-2)$$

Sedang NDPI dari citra ENVISAT ASAR polarisasi VV dan VH dengan formula,

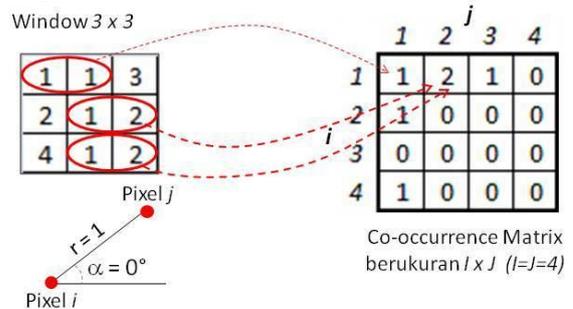
$$NDPI(1) = [VH-VV]/[VV+VH] \quad (2-3)$$

$$NDPI(2) = [VV-VH]/[VV+VH] \quad (2-4)$$

Matrik kookurensi yang merupakan metode statistik menggunakan distribusi derajat keabuan dengan mengukur tingkat kontras, granularitas, dan kekasaran suatu daerah dari hubungan ketetangaan antar piksel di dalam citra pada jarak dan sudut tertentu, pada penelitian ini dipergunakan untuk mengekstraksi fitur informasi keruangan dari data SAR sebagai masukan dalam klasifikasi penutup lahan.

Ekstraksi informasi keruangan dengan matrik kookurensi dari tiap polarisasi data SAR dan data NDPI dihitung dari sebuah window berukuran N pixel x N pixel dan bergerak per pixel pada citra. Adapun ukuran matrik hasilnya adalah sebesar L x L dimana L adalah tingkat keabuan, sedang nilai tiap elemen matriknya adalah P(I,J) yang merupakan peluang kejadian nilai digital I ketemu dengan nilai digital J pada window berukuran N x N pixel tersebut. Dengan demikian misal pada

window berukuran 3 pixel x 3 pixel pada citra yang memiliki L=4 tingkat keabuan, maka pada tiap pixel i didalamnya yang bertemu dengan pixel j didepannya (sudut $\alpha=0^\circ$) pada jarak $r=1$ pixel, bisa didapat matrik kookurensi berukuran 4x4, dimana terlihat pixel bernilai 1 bertemu nilai 1 berjumlah 1 atau $P(1,1)=1$ dan nilai 1 bertemu nilai 2 berjumlah 2 atau $P(1,2)=2$.



Gambar 2-1: Menghitung matrik kookurensi

Selanjutnya dari nilai elemen matrik kookurensi P (i, j) dapat dihasilkan delapan fitur tekstur yang diberi nama dan diformulakan seperti persamaan (2-5) hingga (2-12) berikut oleh Haralik (1985):

- Angular second moment: $\sum_{i,j} P(i,j)^2$ (2-5)
- Contrast: $\sum_{i,j} (i - j)^2 P(i, j)$ (2-6)
- homogeneity: $\sum_{i,j} P(i,j) / (1+(i-j)^2)$ (2-7)
- Entropy: $\sum_{i,j} P(i, j) \log P(i, j)$ (2-8)
- dissimilarity: $\sum_{i,j} [P(i, j) * |i-j|]$ (2-9)
- Correlation: $\sum_{i,j} [ij P(i,j) - \mu_x \mu_y] / \sigma_x \sigma_y$ (2-10)
- Sum of average: $\sum_k [k P_{x+y}(k)]$ (2-11)
- Sum of variance : $\sum_k [(k - \text{sum of average } k)^2 * P_{x+y}(k)]$ (2-12)

dimana $P_{x+y}(k) = \sum_i \sum_j P(i,j)$, μ_x dan μ_y adalah rataan pada baris dan kolom di matrik kookurensi, σ_x dan σ_y adalah standart diviasi pada baris dan kolom yang sama.

3 METODOLOGI

3.1 Data dan Lokasi

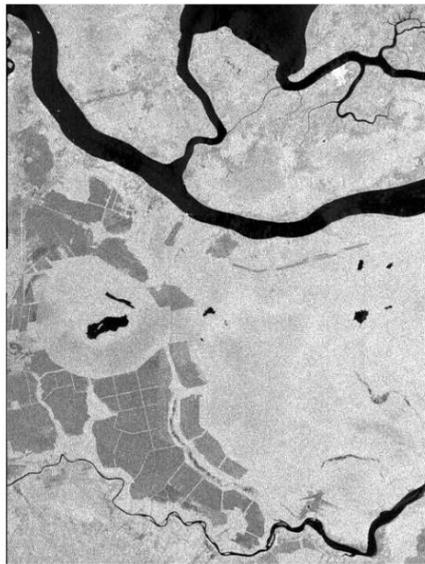
Data utama yang dipergunakan dalam penelitian ini seperti pada Gambar 3-1 pada daerah Kabupaten Siak sekitar

Selat Panjang di Provinsi Riau pada lokasi seperti Gambar 3-2(a) di bawah yaitu,

- (a) Data ENVISAT ASAR C-Band tipe *Alternating Polarisation Mode (APM)*, memiliki dual polarimetrik VV dan VH, ukuran data 1080 pixel x 1446 line, resolusi spasial 75m x 75m per pixel, dan tanggal perolehan 11 Juli 2010 yang didapatkan dari ESA (*European Space Agency*).
- (b) Data ALOS PALSAR L-Band tipe *Fine Beam Dual (FBD)* tahun 2009 yang diperoleh dari *Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)*. Dimana data yang dipergunakan memiliki

ukuran 1833 pixel x 2179 line, dual polarimetrik HH dan HV, resolusi spasial 10m x 10m per pixel dan sudah terkoreksi geometrik ortho serta radiometrik slope.

Untuk menginterpretasikan kelas penutup lahan yang ada serta sebagai referensi pembuatan training data dan pengukuran akurasi hasil klasifikasinya dipergunakan data satelit GeoEye 31 Agustus 2009 dari Google yang memiliki tahun perolehan data yang sama dengan data ALOS PALSAR yang dipergunakan Gambar 3-2(b).



(a) ASAR C-Band polarisasi VV



(b) ASAR C-Band polarisasi VH



(c) PALSAR L-Band polarisasi HH



(d) PALSAR L-Band polarisasi HV

Gambar 3-1: Data utama yang dipergunakan dari satelit ALOS dan ENVISAT



(a) Lokasi Citra Satelit

(b) Citra Referensi

Gambar 3-2: Lokasi data satelit yang dipergunakan dan citra referensi serta interpretasi kelas penutup lahan dari Citra Satelit GeoEye

3.2 Metode Pengolahan Data

Metode pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan seperti diagram alir Gambar 3-3, dimana data citra radar dual polarisasi dan data NDPI masing-masing pada tiap piksel dihitung matrik kookurensi untuk mendapatkan delapan fitur tekstur Haralick. Kemudian proses selanjutnya adalah memasukan delapan fitur tekstur matrik kookurensi dari tiap data citra ke dalam pengklasifikasi terbimbing *Maximum Likelihood* (MLL) dengan ciri kelas dari Training Data. Kemudian untuk mengetahui akurasi hasil klasifikasi penutup lahan dicek akurasinya dengan bantuan Tes Data yang berbeda dengan Training Data.

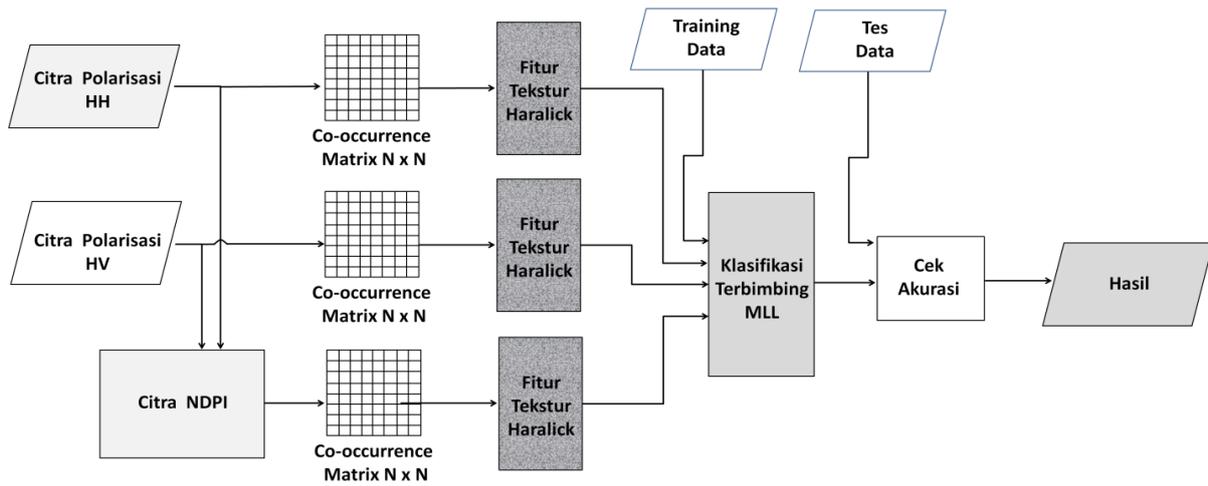
Untuk menghitung matrik kookurensi berukuran $N \times N$, data citra ALOS PALSAR atau Envisat ASAR dan data riil NDPI-nya dikonversi menjadi N tingkat keabuan, dimana N adalah 64. Sedang untuk optimalisasi dalam menghitung matrik kookurensi, pada penelitian ini digunakan window bergerak tiap piksel pada citra dan

ukuran window $w \times w$ pixel dimana w yang diuji-coba adalah 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15 pixel.

Untuk mengetahui pengaruh penggunaan matrik kookurensi dari data NDPI sebagai masukan dalam klasifikasi, pada penelitian ini dilakukan klasifikasi dengan masukan,

- a. Data Polarisasi HH dan HV
- b. Data Polarisasi HH, HV dan NDPI(1)
- c. Data Polarisasi HH, HV dan NDPI(2)
- d. Data Polarisasi HH, HV, NDPI(1) dan NDPI(2)

Training Data yang dipergunakan untuk klasifikasi terbimbing MLL dan Tes Data yang dipergunakan untuk mengukur akurasi dibuat melalui interpretasi visual dengan referensi citra satelit resolusi sangat tinggi GeoEye di atas. Adapun hasilnya berupa jumlah kelas penutup lahan yang ada, jumlah training data dan jumlah tes datanya serta kode warna yang dipergunakan ditunjukkan pada Tabel 3-1, dimana jumlah pixel Tes Data dibuat lebih banyak yaitu 287% untuk Data ASAR dan 547% untuk data PALSAR dibanding jumlah pixel Training Datanya.



Gambar 3-3: Diagram alir pengolahan data

Tabel 3-1: KATEGORI KELAS PENUTUP LAHAN, KODE WARNA DAN JUMLAH DATA REFERENSI

No.	Kategori Kelas Penutup Lahan	Kode Warna	Referensi ASAR		Referensi PALSAR	
			Jumlah Training Data (pixel)	Jumlah Tes Data (pixel)	Jumlah Training Data (pixel)	Jumlah Tes Data (pixel)
1	Hutan Suaka/ Alam		403	914	-	-
2	Hutan Produksi		616	1827	1469	8134
3	Perkebunan 1		442	1803	1160	3825
4	Perkebunan 2		456	1082	919	5365
5	Bangunan Pemukiman		168	917	281	500
6	Perairan		630	1615	846	7099
7	Jalan		-	-	380	2792
8	Lain-lain		292	471	927	5003
Jumlah			3007	8629	5982	32718

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dari klasifikasi penutup lahan menggunakan MLL dengan informasi spasial data ENVISAT ASAR dan ALOS PALSAR dari beberapa perlakuan ukuran window dalam ekstraksi informasi menggunakan matrik kookurensi dan NDPI, didapatkan hasil seperti berikut di bawah. Dimana berdasarkan hasil interpretasi visual terhadap pola yang ada dengan bantuan citra referensi dari data satelit resolusi sangat tinggi, masing-masing untuk Data ASAR dan PALSAR didapatkan 7 kelas penutup lahan yang sedikit agak

berbeda kategorinya karena perbedaan resolusi spasial dan cakupan datanya.

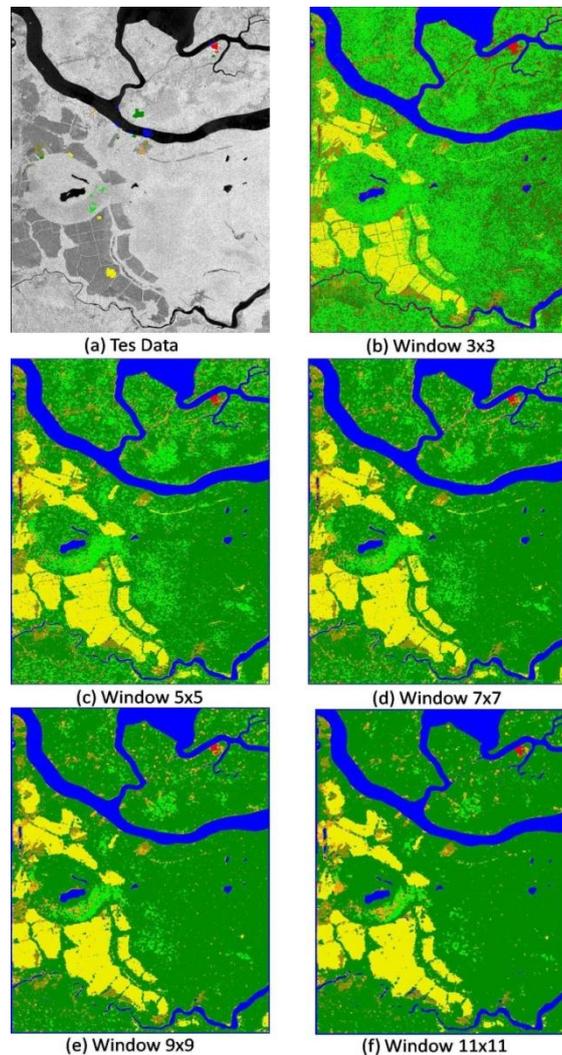
Untuk mengetahui ukuran window yang optimum dalam ekstraksi informasi spasial dengan matrik kookurensi pada Data ENVISAT, dipergunakan masukan data polarisasi VV dan data polarisasi VH, dan diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-1 serta akurasi pada Tabel 4-1. Dari Tabel 4-1 diketahui ukuran window yang optimum untuk Data ASAR yang memiliki resolusi spasial 75m x 75m per pixel adalah 7pixel x 7pixel dengan akurasi keseluruhan 94.8% dan Kappa 0.94

untuk 7 kelas penutup lahan yang ada. Ukuran window lebih kecil dari ukuran optimum yang didapat tersebut, akurasi hasilnya makin rendah, demikian pula dari citra hasil klasifikasi pada Gambar 4-1(a) dan (b) juga terlihat semakin banyak campuran kelas lain pada areal kelas penggunaan lahan yang luas, khususnya pada lahan di daratan.

Sedang ukuran window lebih besar dari ukuran optimum yang didapat, akurasinya tidak naik yang berarti bahkan makin menurun dan jika dilihat Gambar 4-1 (e) dan (f) pada citra hasil klasifikasinya menjadi semakin global atau penutup lahan yang sempit seperti sungai kecil atau jalan menjadi hilang.

Tabel 4-1: AKURASI HASIL KLASIFIKASI DARI DATA ASAR PADA TIAP UKURAN WINDOW YANG DIPERGUNAKAN UNTUK PERHITUNGAN MATRIK KOOKURENSI

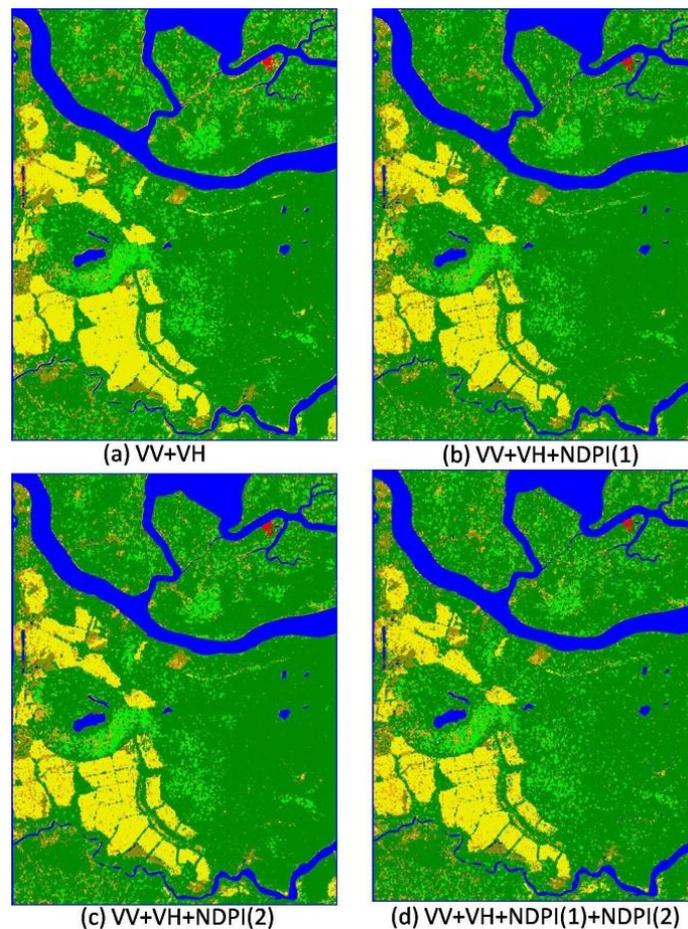
No.	Ukuran Window untuk Co-occurence Matrik	Akurasi Keseluruhan (%)	Indek Kappa
1.	3 pixel x 3 pixel	80,4	0,77
2.	5 pixel x 5 pixel	92,9	0,92
3.	7 pixel x 7 pixel	94,8	0,94
4.	9 pixel x 9 pixel	94,8	0,94
5.	11 pixel x 11 pixel	93,7	0,92



Gambar 4-1: Hasil klasifikasi dari Data ASAR pada tiap ukuran window yang dipergunakan untuk perhitungan matrik kookurensi

Hasil klasifikasi penutup lahan pada ukuran window yang optimum 7pixel x 7pixel dengan menggunakan informasi tambahan matrik kookurensi dari Data NDPI(1) dan NDPI(2) hasil transformasi dual polarisasi VV dan VH Data ASAR, didapatkan seperti terlihat pada Gambar 4-2, yaitu masukan hanya matrik kookurensi dari VV dan VH, dengan tambahan NDPI(1), tambahan NDPI(2) dan tambahan kedua NDPI.

Dimana hasilnya terlihat secara visual tidak begitu berbeda, tetapi dilihat dari hasil pengukuran akurasinya seperti pada Tabel 4-2 diketahui bahwa tanpa penambahan NDPI akurasi keseluruhannya adalah 84,8% dengan indek kappa 0,94 sedang dengan penambahan salah satu NDPI akurasinya naik sekitar 1,5% dan tambahan kedua NDPI mendapatkan akurasi yang naik menjadi 97,1% dengan indek kappa 0,97.



Gambar 4-2: Hasil klasifikasi penutup lahan dari Data ASAR tiap jenis masukan data matrik kookurensi yang dipergunakan

Tabel 4-2: PENGARUH JENIS MASUKAN DATA MATRIK KOOKURENSI YANG DIPERGUNAKAN UNTUK KLASIFIKASI PENUTUP LAHAN TERHADAP AKURASI HASIL DARI DATA ASAR

No.	Data Input untuk Klasifikasi	Akurasi Keseluruhan (%)	Indek Kappa
1.	Polarisasi VV, Polarisasi VH	94,8	0,94
2.	Polarisasi VV, Polarisasi VH, NDPI(1)	96,3	0,96
3.	Polarisasi VV, Polarisasi VH, NDPI(2)	96,2	0,95
4.	Polarisasi VV, Polarisasi VH, NDPI(1), NDPI(2)	97,1	0,97

Dilihat dari matrik konfusi akurasi hasil klasifikasi penutup lahan dari masukan dengan tambahan NDPI(1) dan NDPI(2) yaitu yang menggunakan gabungan 8 fitur masing masing dari data polarisasi VV, VH, NDPI(1) dan NDPI(2) atau sejumlah 32 fitur informasi tekstur, diketahui bahwa dari 7 kelas penutup lahan kelas hutan produksi dan kelas lain-lain memiliki akurasi user terendah. Hal tersebut disebabkan seperti terlihat pada citra ASAR kedua kelas penutup lahan tersebut memang relatif agak sulit dibedakan dibanding kelas penutup lahan yang lain. Demikian juga dilihat pada Tabel 4-4 untuk keterpisahan antar kelas berdasarkan metode Jeffries-Matsushita (Richards, 1999) terhadap Tes Data pada 32 fitur informasi keruangan Data ASAR yang dipergunakan dalam klasifikasi ditunjukkan walaupun secara umum semua kelas

penutup lahan memiliki keterpisahan yang baik, tetapi kelas hutan produksi dan lain-lain memang memiliki keterpisahan terendah, sedang kelas perairan dan bangunan keterpisahannya tertinggi.

Klasifikasi penutup lahan menggunakan Data PALSAR dilakukan dengan menggunakan masukan 32 fitur informasi keruangan yang diusulkan pada penelitian ini dari data dual polarisasi HH, HV, NDPI(1), dan NDPI(2). Guna mengetahui ukuran window yang optimum untuk ekstraksi informasi dengan matrik kookurensi dalam kaitannya dengan resolusi spasial 10m per pixel dari ALOS PALSAR, hasil percobaan dengan beberapa ukuran window mulai dari 5pixel x 5 pixel hingga 15pixel x 15pixel, didapatkan citra hasil klasifikasi seperti pada Gambar 4-3 dan hasil pengukuran akurasi hasilnya terhadap tes data hasil interpretasi sebagai referensi pada Tabel 4-5 di bawah.

Tabel 4-3: MATRIK KONFUSI AKURASI HASIL KLASIFIKASI PENUTUP LAHAN DARI DATA ASAR DENGAN MASUKAN DATA MATRIK KOOKURENSI TERBAIK (AKURASI KESELURUHAN 97,1%, INDEK KAPPA 0,97)

Tes Data								Akurasi User
Hasil Klasifikasi	Hutan Alam	Hutan Produksi	Perkebunan 1	Perkebunan 2	Bangunan	Perairan	Lain-lain	
Hutan Alam	99,02	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	98,16
Hutan Produksi	0,55	98,25	0,11	0,46	12,00	0,00	2,76	93,01
Perkebunan 1	0,00	0,05	99,33	0,18	0,00	0,00	0,00	99,83
Perkebunan 2	0,00	0,05	0,00	99,26	0,00	0,00	1,06	99,44
Bangunan	0,00	0,00	0,00	0,00	81,57	0,00	0,00	100,00
Perairan	0,00	0,38	0,00	0,09	5,56	100,00	0,00	96,48
Lain-lain	0,44	0,49	0,55	0,00	0,87	0,00	95,54	93,56
Akurasi Produser	99,02	98,25	99,33	99,26	81,57	100,00	95,54	

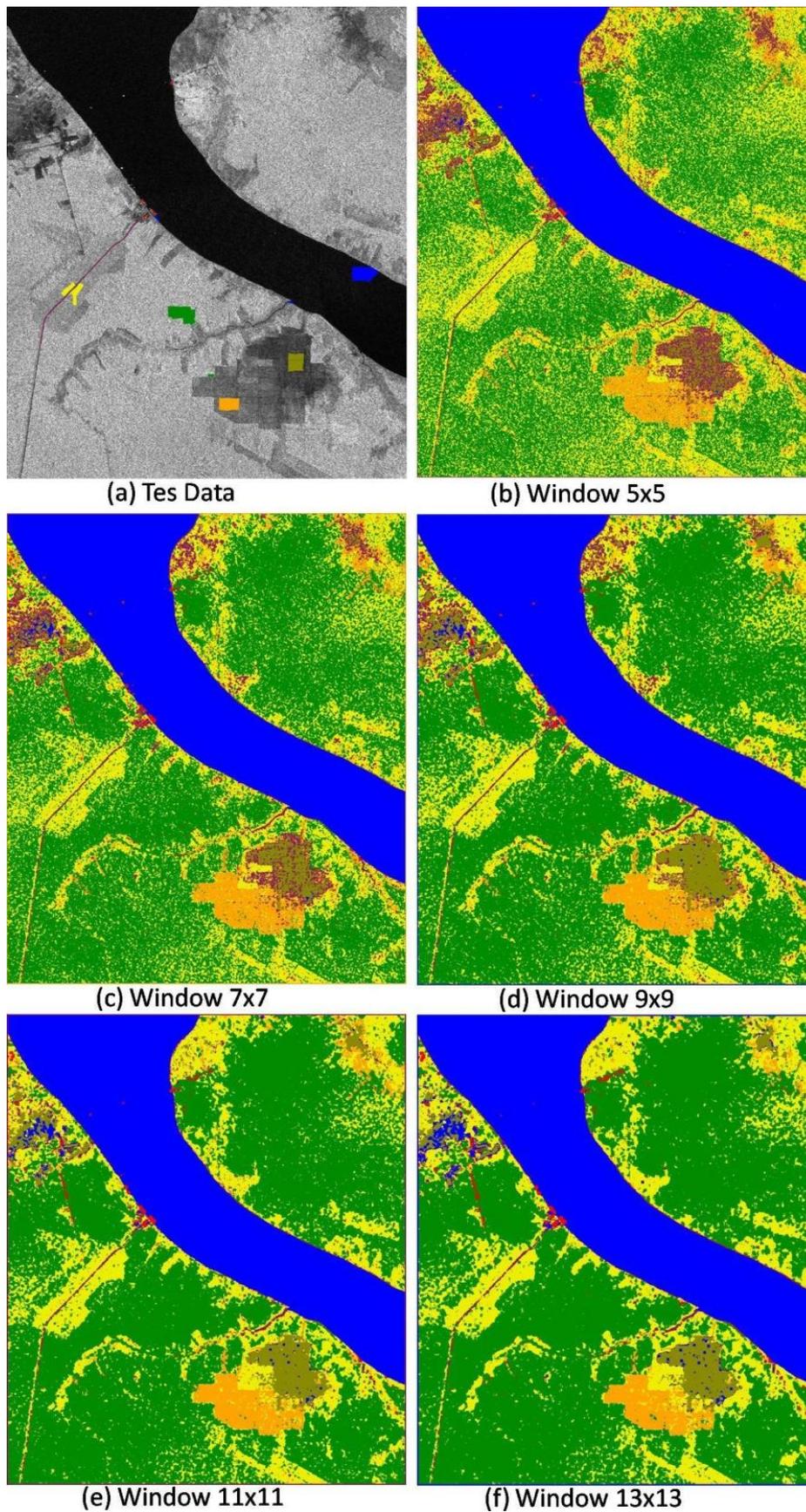
Tabel 4-4: UKURAN KETERPISAHAN ANTAR KELAS PENUTUP LAHAN TERHADAP TES DATA PADA 32 FITUR INFORMASI KERUANGAN DARI DATA ASAR

Perbandingan		Ukuran Keterpisahan (0.0 s.d 2.0)
Nama Kelas	Nama Kelas	
Hutan Produksi	Hutan Alam	1,99914209
Hutan Produksi	Lain-lain	1,99942343
Hutan Alam	Lain-lain	1,99994073
Perkebunan 2	Lain-lain	1,99997069
Hutan Produksi	Perkebunan 2	1,99997680
Perkebunan 2	Perkebunan 1	1,99998588
Perkebunan 1	Lain-lain	1,99999918
Perkebunan 2	Hutan Alam	1,99999928
Hutan Produksi	Perkebunan 1	1,99999998
Perkebunan 1	Hutan Alam	1,99999999
Hutan Produksi	Bangunan	2,00000000
Lain-lain	Bangunan	2,00000000
Perkebunan 2	Perairan	2,00000000
Perkebunan 2	Bangunan	2,00000000
Perairan	Bangunan	2,00000000
Hutan Produksi	Perairan	2,00000000
Perairan	Lain-lain	2,00000000
Perkebunan 1	Perairan	2,00000000
Hutan Alam	Perairan	2,00000000
Perkebunan 1	Bangunan	2,00000000
Hutan Alam	Bangunan	2,00000000

Dari Tabel 4-5 terlihat bahwa penggunaan ukuran window lebih dari 9pixel x 9pixel atau 90m x 90m pada citra PALSAR tersebut untuk 7 kelas penggunaan lahan mendapatkan akurasi keseluruhan yang tinggi 96,6 % dengan indek kappa 0,96. Ukuran window tersebut semakin besar tidak memberikan peningkatan akurasi hasil klasifikasinya, bahkan pada ukuran window hingga 15pixel x 15pixel menjadi menurun. Dilihat dari citra hasil klasifikasi penutup lahan Gambar 4-3, ukuran window makin besar penutup lahan yang detail atau sempit seperti jalan atau anak sungai semakin hilang, sehingga ukuran window 9pixel x 9pixel yang memiliki akurasi yang sudah cukup tinggi adalah yang optimum.

Dilihat dari akurasi hasil matrik konfusi pada 7 kelas penutup lahan hasil klasifikasi dari Data PALSAR

dengan ukuran window yang optimum informasi spasial matrik kookurensi, diketahui bahwa penutup lahan yang sempit dalam hal ini kelas jalan memiliki akurasi yang paling rendah. Hal tersebut dikarenakan adanya pengaruh penggunaan ukuran window yang relatif besar yakni 90m x 90m tersebut mengakibatkan munculnya informasi tercampur antara kelas jalan dengan kelas lain disekitar jalan tersebut, dalam hal ini perkebunan, hutan produksi dan bangunan yang seperti terlihat di citra hasil klasifikasi dengan warna kuning, hijau dan merah disekitar jalan yang berwarna ungu. Dimana percampuran kelas pada kelas jalan juga dapat dilihat pada matrik konfusi dengan adanya kelas penutup lahan yang lain pada Tes Data jalan kecuali kelas perairan dan lain-lain.



Gambar 4-3: Hasil klasifikasi dari Data PALSAR tiap ukuran window yang dipergunakan untuk perhitungan matrik kookurensi

Tabel 4-5: PENGARUH UKURAN WINDOW YANG DIPERGUNAKAN UNTUK PERHITUNGAN MATRIK KOOKURENSI TERHADAP AKURASI HASIL KLASIFIKASI PENUTUP LAHAN DARI DATA PALSAR

No.	Ukuran Window untuk Matrik Kookurensi	Akurasi Keseluruhan (%)	Indek Kappa
1.	5 pixel x 5 pixel	83,8	0,80
2.	7 pixel x 7 pixel	92,0	0,90
3.	9 pixel x 9 pixel	96,6	0,96
4.	11 pixel x 11 pixel	96,8	0,96
5.	13 pixel x 13 pixel	96,5	0,95
6.	15 pixel x 15 pixel	95,5	0,94

Tabel 4-6: MATRIK KONFUSI AKURASI HASIL KLASIFIKASI PENUTUP LAHAN DARI DATA PALSAR DENGAN MASUKAN INFORMASI SPASIAL DARI UKURAN WINDOW YANG OPTIMUM UNTUK MATRIK KOOKURENSI (AKURASI KESELURUHAN 96,6%, INDEK KAPPA 0,96)

Hasil Klasifikasi	Tes Data							Akurasi User
	Hutan Produksi	Perkebunan 1	Perkebunan 2	Bangunan	Perairan	Jalan	Lain-lain	
Hutan Produksi	97.73	6.93	0.00	0.00	0.00	3.19	1.22	95.04
Perkebunan 1	2.08	91.76	0.02	0.00	0.00	7.23	1.04	89.22
Perkebunan 2	0.00	0.00	97.73	0.00	0.00	1.04	0.00	99.45
Bangunan	0.18	0.00	0.00	100.00	0.00	2.11	0.04	86.81
Perairan	0.00	0.00	1.64	0.00	99.87	0.00	0.00	98.77
Jalan	0.00	0.13	0.62	0.00	0.13	86.43	0.00	98.09
Lain-lain	0.01	1.18	0.00	0.00	0.00	0.00	97.70	99.07
Produser Akurasi	97.73	91.76	97.73	100.00	99.87	86.43	97.70	

5 KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dikembangkan metode klasifikasi spasial penutup lahan menggunakan fitur informasi spasial dari matrik kookurensi dan NDPI dari data satelit SAR dual polarisasi. Data yang sudah diuji coba adalah data resolusi menengah 75m Envisat ASAR C-Band dan resolusi tinggi 10m ALOS PALSAR L-Band.

Dari penelitian ini didapatkan ukuran window yang optimum untuk mengekstraksi informasi spasial menggunakan matrik kookurensi sebagai masukan dalam klasifikasi terbimbing MLL, yaitu untuk Data ALOS PALSAR adalah 9pixel x 9pixel atau 90m x 90m

untuk mendapatkan hasil klasifikasi penutup lahan skala detail, sedang untuk skala regional menggunakan data Envisat ASAR adalah 7pixel x 7pixel atau 525m x 525m. Sedang penggunaan penambahan informasi NDPI dalam klasifikasi penutup lahan memberikan kenaikan akurasi hasilnya yang berarti dibanding dengan hanya menggunakan data dual polarisasi SAR.

Daerah penelitian ini adalah wilayah hutan dan perkebunan di Siak Provinsi Riau yang penggunaan lahannya relatif luas luas, maka disarankan melakukan penelitian lanjut untuk daerah yang memiliki kelas yang lebih banyak dan penggunaan lahannya sempit-sempit dengan data SAR resolusi

spasial tinggi untuk mendapatkan ukuran window yang optimum dalam ekstraksi informasi dengan matrik kookurensi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada DR. Robert Meisner dari Earth Observation communication programme officer DGC-CCE ESRIN/ESA Italia yang telah mengijinkin menggunakan Data Envisat ASAR, dan kepada DR. Masanobu Shimada dari EORC JAXA Jepang yang memberikan Data ALOS PALSAR yang digunakan pada penelitian ini. Terima kasih juga kepada Bapak Ir. Mahdi Kartasasmita, MS, Ph.D yang sudah memberikan masukan dan arahan dalam penulisan naskah ilmiah ini.

DAFTAR RUJUKAN

- Ake R.; Shimada M.; and Watanabe M., 2004. *ALOS PALSAR: Technical Outline and Mission Concepts*, 4th International Symposium on Retrieval of Bio- and Geophysical Parameters from SAR Data for Land Applications, Austria, pp. 1-7.
- Cao Y.G.; Yan L.J.; and Zheng Z.Z., 2008. *Extraction Of Information On Geology Hazard From Multi-Polarization Sar Images*, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B4. Beijing, pp.1529-1532.
- Dony K., 1998. *Metode Klasifikasi Citra Satelit Radar untuk Mengidentifikasi Penutup Lahan*, Warta Inderaja (MAPIN), Vol. VIII, No. 2, pp. 36-44.
- Dony K.; Fukue K.; Shimoda H.; and Sakata T., 1994. *A spatial Land Cover Classification with the Aid of Neural Network*, In: *Image and Signal Processing for Remote Sensing*, edited by J. Desachy, SPIE Pro. vol. 2315, pp.702-710.
- Dony K.; Fukue K.; Shimoda H.; and Sakata T., 1995. *Comparison of Multitemporal Image Classification Methods*, IEEE Int. Geoscience and Remote Sensing Symp., Vol. II, pp.1282-1284.
- ESA, 2007. *ASAR Product Handbook*, <http://envisat.esa.int/handbooks/>, 564p (diunduh Juli 2011).
- Haralick R. M., 1985. *Statistical and Structural Approaches to Texture*, In : *Digital Image Processing and Analysis*, Volume 2, edited by Chellapa R. and Sawchuk A.A., IEEE Comp. Soc. Press, 304-322.
- Katmoko A.; Aniati M.; dan M. Kartasasmita, 2007. *Classification of Polarimetric-SAR Data with Neural Network using Combination Features Extracted From Scattering Models and Texture Analysis*, *Remote Sens & Earth Sci.*, Vol.4, pp.1-7.
- Katmoko A.; Kuncoro T.; dan Heru S., 2005. *Klasifikasi Data Polarimetrik Radar Dengan Menggunakan Metode Dekomposisi Cloude & Pottier*, *Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV*, Surabaya, 78-84.
- Richards, J.A., 1999. *Remote Sensing Digital Image Analysis*, Springer-Verlag, Berlin, 240.
- Shimada M.; and Ohtaki T., 2010. *Generating Large Scale High Quality SAR Mosaic Datasets: Application to PALSAR Data for Global Monitoring*, IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, Vol.3, No.4, 637-656.