

5

PEMANFAATAN DATA LANDSAT 8 UNTUK IDENTIFIKASI LAHAN HUTAN, (Studi Kasus: LOMBOK)

Johannes Manalu dan Ita Carolita
Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh - LAPAN

ABSTRACT

Forest is an ecosystem unity that formed by land plants contain natural resources dominated by trees and their natural environment that cannot be separated each other. Since the beginning of 1990 changes in forest area has been monitored from the air, remote sensing is the only suitable method for monitoring the forest. Brazil and India have a system that is already operational, while other countries are still trying to establish the ability to monitor forests by satellite data and aerial photographs that require data analysis and computer equipment. This study aims to develop a Landsat 8 using canonical correlation analysis methods for the identification of forest land as part of efforts to support the calculation of carbon stock in Indonesia. The study area for this study is the island of Lombok has a quite extensive forests. Previous stratification zone of the island of Lombok. CCA indicate that the channels 3, 4, and 5 of Landsat-8 give greatest influence in identifying forest, with index $4 * 5 * i1 + i2 + i3$, where $i1$, $i2$ and $i3$ are bands 3, 4 and 5, with the threshold value of 2447 and 2700 for zones 1, 2447, and 2650 for zone 2, and 2554 and 2800 for zone 3. Results CCA classification gives an accuracy of 92%.

Keywords: Forest, Canonical Correlation Analysis, Landsat 8

ABSTRAK

Hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dan persekutuan alam lingkungannya yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan. Sejak awal tahun 1990 perubahan luasan hutan telah dipantau

dari udara, penginderaan jauh merupakan satu-satunya metode yang sesuai untuk memantau hutan. Brasil dan India mempunyai sistem yang sudah operasional, sedangkan negara lain masih mencoba membangun kemampuan untuk melakukan pemantauan hutan dengan data satelit dan foto udara yang membutuhkan analisis data dan peralatan komputer. Kajian ini bertujuan mengembangkan pemanfaatan Landsat 8 menggunakan metode analisis korelasi kanonik untuk identifikasi lahan hutan sebagai salah satu upaya untuk mendukung program perhitungan *stock* karbon di Indonesia. Studi area untuk kajian ini adalah Pulau Lombok yang mempunyai hutan cukup luas. Sebelumnya dilakukan stratifikasi zona Pulau Lombok. CCA menunjukkan bahwa kanal 3, 4, dan 5 Landsat-8 memberikan pengaruh yang paling besar dalam mengidentifikasi hutan dengan index $4*i_1+5*i_2+i_3$, di mana i_1 , i_2 , dan i_3 adalah band 3, 4, dan 5 dengan *threshold* nilai 2447 dan 2700 untuk zona 1, 2447 dan 2650 untuk zona 2, serta 2554 dan 2800 untuk zona 3. Hasil klasifikasi CCA memberikan akurasi 92%.

Kata Kunci: Hutan, Analisis Korelasi Kanonik, Landsat 8

1. PENDAHULUAN

Hutan adalah suatu kesatuan ekosistem berupa hamparan lahan berisi sumber daya alam hayati yang didominasi pepohonan dan persekutuan alam lingkungannya yang satu dengan lainnya tidak dapat dipisahkan (BPN 2010). Hutan merupakan kawasan yang sangat penting dikarenakan sebagai tempat bertumbuhnya berbagai tanaman. Sebagai fungsi ekosistem hutan berperan dalam berbagai hal seperti mencegah terjadinya pemanasan global, sebagai penyeimbang lingkungan, tempat hidup dari berjuta flora dan fauna, serta penyedia sumber air. Di Indonesia, hamparan hutan mempunyai luas sekitar 99,6 juta hektare atau 52,3% luas wilayah Indonesia (Kemenhut 2011). Di Indonesia hutan memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan sangat beragam sehingga ancaman deforestasi mengintai kawasan hutan Indonesia. Untuk itu, diperlukan upaya-upaya untuk melestarikan dan menjaga keberadaannya. Salah satu dengan melakukan pemantauan melalui data penginderaan jauh.

Satu-satunya metode yang sesuai untuk memantau deforestasi di tingkat nasional adalah penginderaan jauh (DeFries *et al.* 2006) (Angelsen dan Atmadja (eds.) 2010). Perubahan luasan hutan telah dipantau dari udara dengan penuh keyakinan sejak awal tahun 1990 (Achard *et al.* 2008). Beberapa negara mempunyai sistem yang sudah operasional selama beberapa dasawarsa (seperti Brasil dan India), sedangkan negara lain mencoba membangun kemampuan untuk melakukan pemantauan hutan dengan data satelit dan foto udara yang membutuhkan analisis data dan peralatan komputer (DeFries *et al.* 2006 *dalam* Angelsen dan Atmadja (eds.) 2010).

Klasifikasi penutup lahan yang diperasionalkan oleh LAPAN sebelumnya menggunakan metode visual *digitations on the screen*. Metode lain yang telah dilaksanakan adalah metode klasifikasi digital dengan menggunakan metode klasifikasi digital *supervised Maximum Likelihood*, baik untuk data optik maupun SAR. Pada saat ini telah berkembang metode klasifikasi lainnya yang berbasis objek salah satunya adalah metode *tree decision* (eCognition 2005). Sementara kasifikasi multitemporal dengan metode Bayes juga telah dikembangkan, di mana keunggulannya adalah dapat meminimalisasi kesalahan yang disebabkan adanya *missing data* akibat *stripping* atau *cloud cover* (Furby *et al.* 2007).

Pada kajian ini dilakukan analisis menggunakan satelit Landsat 8 metode Canonical dan *Principal Component Analysis*. Metode CVA menjelaskan tentang korelasi linear minimal antara dua objek dengan pendekatan secara perataan. Salah satu masalah dalam identifikasi lahan hutan di Indonesia adalah kendala awan. Dengan demikian, penggunaan data mosaik berguna dalam mengurangi kesalahan dalam klasifikasi (Furby *et al.* 2007) sehingga dalam penelitian ini digunakan beberapa data untuk mengatasi masalah awan.

Satelit Landsat 8 atau disebut juga *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM) yang diluncurkan pada tanggal 11 Februari 2013 mempunyai 9 kanal spektral dan 2 kanal thermal. Satelit Landsat 8 mengumpulkan data permukaan bumi yang mirip dengan Landsat sebelumnya. Satelit Landsat 8 membawa sensor pencitra *Operational Land Imager* (OLI) yang mempunyai 1 kanal inframerah dekat dan 7 kanal tampak reflektif meliputi panjang gelombang yang direfleksikan oleh objek-objek pada permukaan bumi dengan resolusi spasial yang sama dengan Landsat pendahulunya yaitu 30 meter. Sensor pencitra OLI mempunyai kanal-kanal spektral yang menyerupai sensor ETM+ (*Enhanced Thermal Mapper plus*) dari Landsat-7, tetapi sensor pencitra OLI ini mempunyai kanal-kanal yang baru, yaitu kanal 1: 443 nm untuk aerosol garis pantai dan kanal 9: 1375 nm untuk deteksi *cirrus*, namun tidak mempunyai kanal inframerah termal. Untuk menghasilkan kontinuitas kanal inframerah thermal, Landsat 8 mempunyai Sensor pencitra *Thermal Infrared Sensor* (TIRS). Landsat 8 dirancang diorbitkan pada orbit mendekati lingkaran sikron-matahari pada ketinggian 705 km dengan inklinasi: 98.2°, periode: 99 menit, dengan resolusi temporal adalah 16 hari dan waktu melintasi khatulistiwa pada jam 10:00 s.d 10:15 pagi. (LDC Mission 2013)

Kegiatan ini bertujuan mengembangkan metode klasifikasi hutan dan non-hutan menggunakan satelit Landsat 8 dan metode *Canonical Correlation Analysis* (CCA).

2. METODOLOGI

2.1. Area Kajian

Area untuk kajian ini adalah Pulau Lombok (Gambar 1). Pulau Lombok adalah sebuah pulau di Nusa Tenggara Barat yang dipisahkan oleh Selat Lombok dari P. Bali di sebelah barat dan Selat Alas di sebelah timur dari Sumbawa. Lokasi penelitian adalah Pulau Lombok, Nusa Tenggara Barat. Pulau Lombok adalah sebuah pulau di Kepulauan Sunda Kecil atau Nusa Tenggara yang dipisahkan oleh Selat Lombok dari Bali di sebelah barat dan Selat Alas di sebelah timur dari Sumbawa. Terletak pada posisi 8°12'32,62"– 8°57'24,86" LS dan 115°49'7,46"– 116°43'37,12" BT.

Luas pulau ini mencapai 5.435 km². Topografi pulau ini didominasi oleh gunung berapi Rinjani yang ketinggiannya mencapai 3.726 meter di atas permukaan laut. Daerah selatan pulau ini sebagian besar terdiri atas tanah subur yang dimanfaatkan untuk pertanian, komoditas yang biasanya ditanam di daerah ini antara lain jagung, padi, kopi, tembakau, dan kapas.



Gambar 1 Pulau Lombok, NTB

Sumber: Google Earth

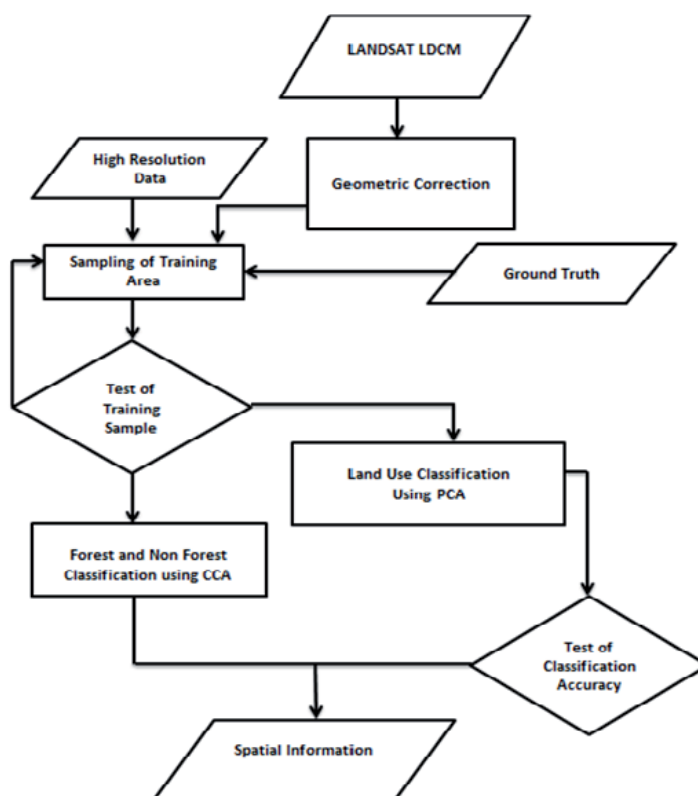
2.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data Landsat 8 multitemporal, data DEM SRTM dan Citra *Basemap* (citra ortho Landsat). Data lainnya sebagai data sekunder adalah batas administrasi wilayah kajian, data pengukuran/pengamatan lapangan, data iklim, peta jenis tanah, dan peta topografi.

2.3. Metode Penelitian

Metode penelitian adalah mengikuti alur seperti pada Gambar 2 berikut. Di mana tahapan secara umum adalah:

- a. Koreksi data
- b. Konversi data
- c. Klasifikasi penggunaan lahan dengan Metode *Maximum Likelihood*
- d. Klasifikasi hutan – non-hutan dengan Metode Korelasi Kanonik
- e. Pengujian hasil klasifikasi



Gambar 2 Metode kajian

Pada kajian ini digunakan metode korelasi kanonik. Korelasi kanonik adalah model umum yang banyak digunakan sebagai dasar dari teknik multivariat lainnya karena dapat menggunakan, baik data metrik maupun data nonmetrik, baik untuk variabel dependen atau independen.

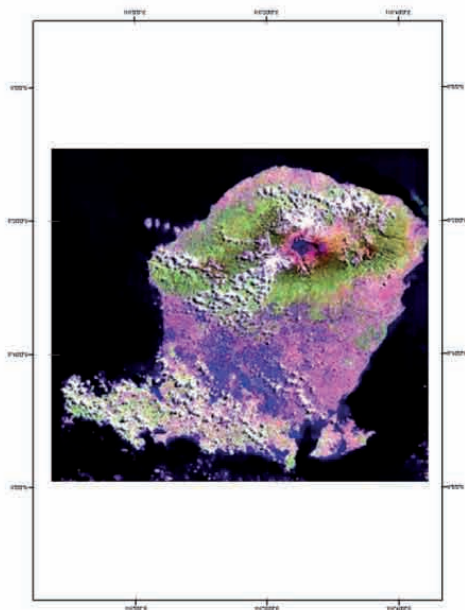
Mirip dengan regresi, korelasi kanonik tujuannya adalah mengukur kekuatan hubungan yang dalam hal ini antara dua set variabel (independen dan dependen). Ini sesuai dengan faktor analisis dalam penciptaan komposit variabel. Hal ini juga menyerupai analisis diskriminan dalam kemampuannya untuk menentukan dimensi independen (mirip dengan fungsi diskriminan) untuk setiap set variabel, di situasi ini dengan tujuan menghasilkan korelasi maksimum antara dimensi. Dengan demikian, korelasi kanonik mengidentifikasi struktur optimal atau dimensi dari setiap set variabel yang memaksimalkan hubungan antara set variabel independen dan dependen.

Umumnya, analisis korelasi kanonik juga meluas ke asumsi statistik yang mendasar. Asumsi linearitas memengaruhi dua aspek hasil kanonik korelasi. Pertama, koefisien korelasi antara dua variabel adalah berdasarkan hubungan linier. Jika hubungan tidak linier, maka salah satu atau kedua variabel harus berubah, jika memungkinkan. Kedua, korelasi kanonik adalah linier hubungan antara variates. Jika variates berhubungan dengan cara nonlinier, hubungan tidak

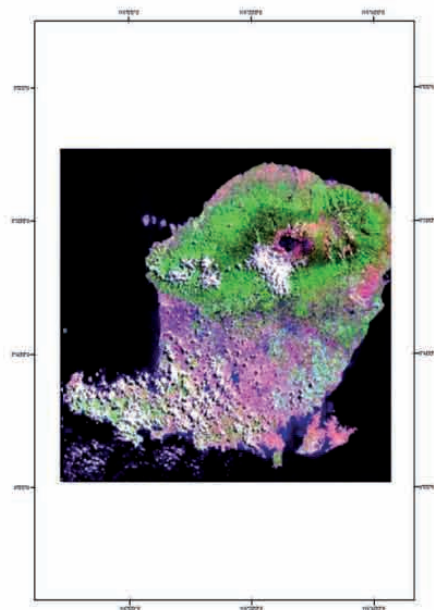
akan ditangkap oleh korelasi kanonik. Jadi, sementara kanonik analisis korelasi adalah metode yang paling umum multivariat, hal itu masih terkendala untuk mengidentifikasi hubungan linier (Green 1978).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Landsat-8 yang diperoleh adalah data area Lombok bulan April 2013 dan bulan Juli 2013. Data berikut menunjukkan hasil konversi citra dari DN ke nilai reflektansi data Landsat-8. Kedua data kemudian dikoreksi geometrik dan dikonversi menjadi nilai reflektansi (Gambar 3 dan Gambar 4).



Gambar 3 Data LDCM April 2013 Pulau Lombok, NTB



Gambar 4 Data LDCM Juli 2013 Pulau Lombok, NTB

Dari data ini selanjutnya akan diekstraksi nilai indeks vegetasi untuk melihat gambaran keadaan vegetasi di Lombok. Selain data Landsat 8 sebagai data primer, data lain yang digunakan adalah data SRTM.

3.1. Klasifikasi Komponen Utama

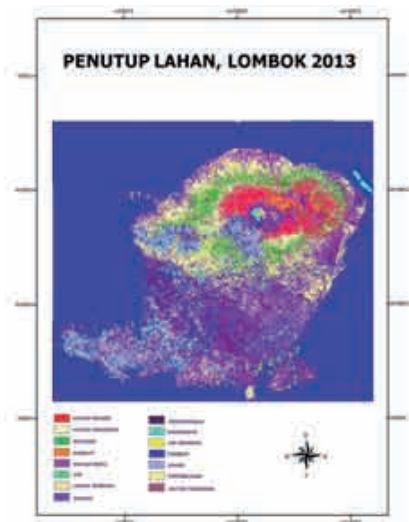
Sebelum melakukan klasifikasi hutan-non-hutan, terlebih dahulu dilakukan klasifikasi penutupan lahan dan hutan dilakukan dengan beberapa metode, klasifikasi *unsupervised* dengan Metode Analisis Komponen Utama.

Pada kajian ini digunakan data bulan Juli 2013, hasil analisis komponen utama adalah seperti pada Tabel 1. C1 adalah komponen utama pertama yang dihasilkan, C2 komponen utama ke dua yang dihasilkan, dan C3 adalah komponen utama ketiga yang dihasilkan.

Tabel 1 Hasil analisis komponen utama

T-MODE COMPONENT	c1	c2	c3
% VAR	82.994484	15.025810	1.796426
T-MODE EIGENVAL	35696.167476	6462.644367	772.647940
T-MODE LOADING	c1	c2	c3
Ref_116_066_2013227_idr1	0.756742	0.633128	-0.141240
Ref_116_066_2013227_idr2	0.784226	0.608048	-0.117585
Ref_116_066_2013227_idr3	0.885878	0.454862	-0.074393
Ref_116_066_2013227_idr4	0.882188	0.465885	-0.004183
Ref_116_066_2013227_idr5	0.924627	-0.368924	-0.094539
Ref_116_066_2013227_idr6	0.976154	-0.086798	0.196023
Ref_116_066_2013227_idr7	0.958051	0.163056	0.225948

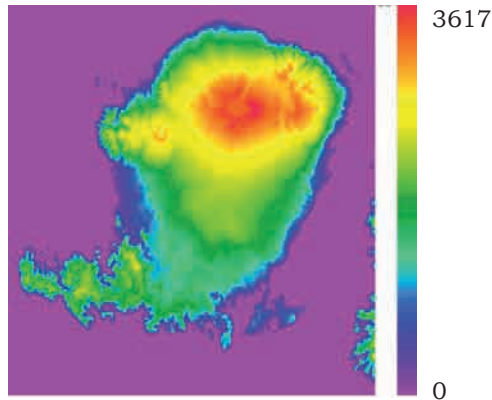
Selanjutnya dilakukan klasifikasi penggunaan lahan dengan menggunakan hasil analisis komponen utama. Hasilnya adalah seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 Hasil klasifikasi penutupan lahan bulan April 2013 di Lombok dengan Metode Analisis Komponen Utama

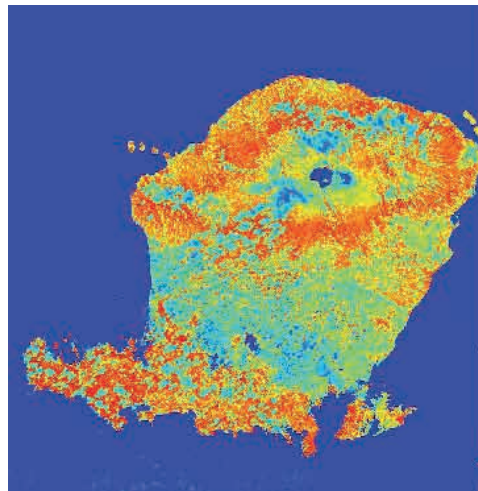
3.2. Klasifikasi dengan Metode Kanonik

Dengan menggunakan data SRTM dilakukan analisis DEM, hasilnya seperti pada Gambar 6 daerah Lombok ketinggian dari 0 m sampai 3617 m. Data DEM ini selanjutnya akan dijadikan sebagai salah satu parameter untuk menstratifikasi Pulau Lombok menjadi beberapa zona sehingga vegetasi pada daerah tersebut menjadi lebih homogen. Selain menggunakan DEM, digunakan juga data Indeks Vegetasi sebagai *input* untuk menstratifikasi pulau Lombok.



Gambar 6 DEM Pulau Lombok NTB (0–3.617 m)

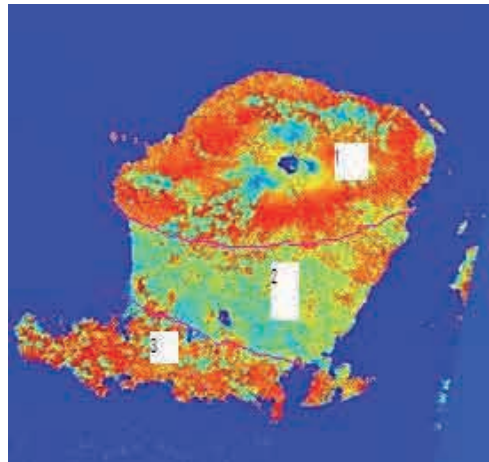
Pada kajian ini dilakukan ekstraksi indeks vegetasi menjadi *Normalized Difference Vegetasi Index* (NDVI). Gambar 7 adalah nilai NDVI untuk Lombok.



Gambar 7 NDVI (-0,14–0,52)

Stratifikasi areal bertujuan untuk membagi suatu areal menjadi lebih homogen berdasarkan parameter yang hendak diamati. Parameter-parameter yang berpengaruh terhadap sifat parameter tersebut dipertimbangkan sebagai penentu untuk stratifikasi. Dalam kajian ini, areal Lombok distratifikasi sehingga dihasilkan areal yang homogen berdasarkan vegetasinya. Untuk melakukan stratifikasi, dibutuhkan data penunjang yaitu data ketinggian, data iklim, dan lain-lainnya. Dalam kajian ini digunakan data DEM dan data indeks vegetasi serta data citra Landsat 8. Selain itu digunakan juga data resolusi tinggi dari Google Earth.

Hasil dari stratifikasi tersebut (Gambar 8) diperoleh ada tiga zona, yakni zona 1, zona 2, dan zona 3. Zona 1 adalah area dengan Hutan yang lebat di *up-land*, zona 2 adalah area Pertanian, sedangkan Zona 3 adalah area Hutan Sekunder dan Hutan Tanaman. Dari ketiga zona tersebut akan diambil *training sample* untuk klasifikasi dengan metode CCA.



Gambar 8 Stratifikasi Pulau Lombok berdasarkan vegetasinya

Untuk melakukan klasifikasi korelasi kanonik, tahapan yang dilakukan adalah:

- a. Melakukan zonasi area
- b. Penarikan *sampling* untuk kelas hutan
- c. Analisis korelasi kanonik dan pembobotan
- d. *Tresholding*

Zonasi dilakukan dengan menggunakan hasil stratifikasi (Gambar 8). Dari hasil analisis korelasi kanonik menggunakan *Software* IDRISI SELVA, diperoleh hasil seperti pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3 Hasil analisis korelasi kanonik

4) X & Y varianses explained by X & Y variates							
4.1) % X variance by X variates							
	X Variate 1	X Variate 2	X Variate 3	X Variate 4	X Variate 5	X Variate 6	X Variate 7
% X Variance	0.0009	0.1024	0.3526	0.3938	0.1467	0.0017	0.0019
4.2) % Y variance by Y variates							
	Y Variate 1	Y Variate 2	Y Variate 3	Y Variate 4	Y Variate 5	Y Variate 6	Y Variate 7
% Y Variance	0.0009	0.1024	0.3526	0.3938	0.1467	0.0017	0.0019
5) Homogeneous Correlations							

5) Homogeneous Correlations							
5.1) X-X Homogeneous Correlations (X variates v.s. X variables):							
	X 1	X 2	X 3	X 4	X 5	X 6	X 7
X Variate 1	0.0689	-0.0024	-0.1006	-0.1012	-0.0408	-0.02	-0.0498
X Variate 2	0.5246	0.5222	0.4536	0.4799	0.0294	0.2322	0.4412
X Variate 3	0.3015	0.3136	0.4045	0.3567	0.7875	0.5157	0.4042
X Variate 4	0.3392	0.3762	0.4987	0.539	0.6137	0.8109	0.7548
X Variate 5	0.7175	0.6978	0.6113	0.586	0.0269	0.1469	0.2635
X Variate 6	-0.0273	-0.0145	-0.0323	0.012	-0.0296	-0.0292	-0.0429
X Variate 7	0.001	0.0056	-0.0225	-0.037	-0.0178	-0.0109	-0.0172

Dari hasil analisis korelasi kanonik seperti pada tabel di atas, terlihat bahwa kanal yang paling besar pengaruhnya untuk menghasilkan objek hutan adalah kanal 4 (kanal Inframerah Dekat), kanal 3 (kanal *Visible*), dan kanal 5 Landsat-8 (kanal Inframerah Dekat). Sementara bobot untuk setiap kanal tersebut (berturut-turut kanal 3, kanal 4, dan kanal 5) adalah 0,404; 0,539; dan 0,0269. Selanjutnya dilakukan *thresholding*, hasilnya adalah:

Untuk Zona 1:

if $(4*i_1+5*i_2+i_3)>2447$ and $(4*i_1+5*i_2+i_3)<2700$ then 1 else null

if $(5*i_1+i_2)>1430$ and $(5*i_1+i_2)<1667$ then 1 else null

Untuk zona 2:

if $(4*i_1+5*i_2+i_3)>2447$ and $(4*i_1+5*i_2+i_3)<2650$ then 1 else null

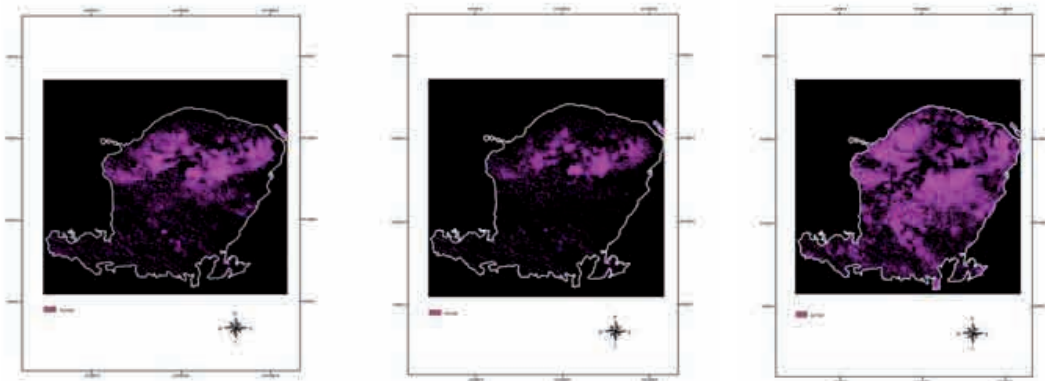
if $(5*i_1+i_2)>1430$ and $(5*i_1+i_2)<1600$ then 1 else null

Untuk zona 3

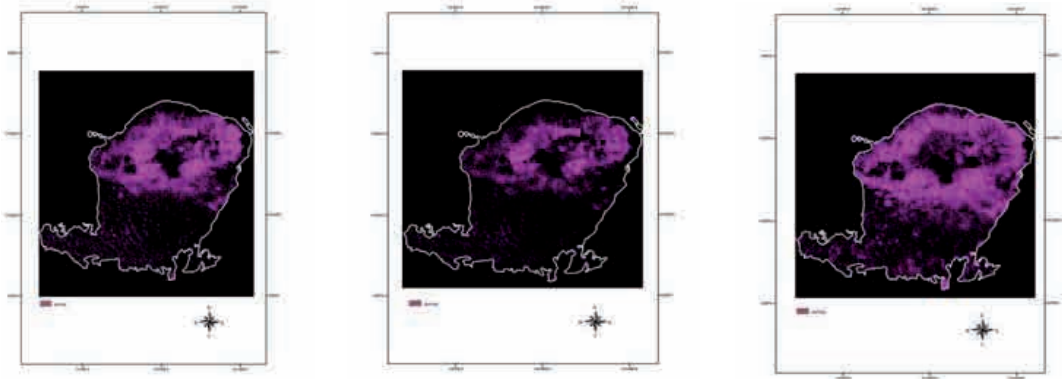
if $(4*i_1+5*i_2+i_3)>2554$ and $(4*i_1+5*i_2+i_3)<2800$ then 1 else null

if $(5*i_1+i_2)>1460$ and $(5*i_1+i_2)<1750$ then 1 else null

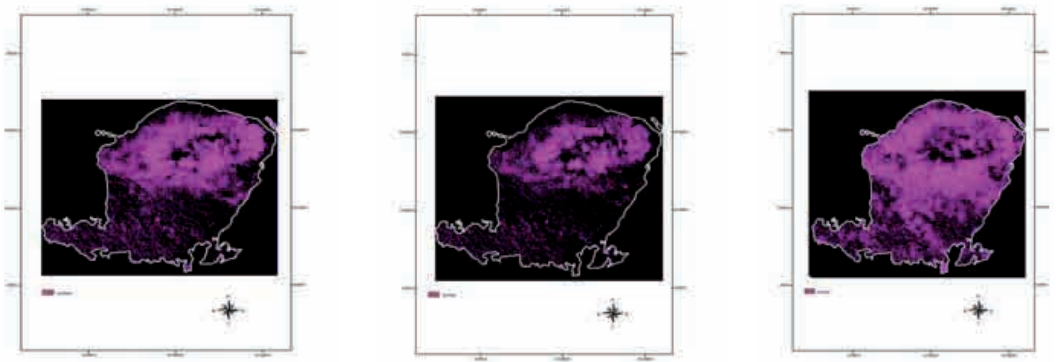
Dengan menggunakan Indeks dan *Threshold* tersebut, diperoleh hasil informasi hutan dan non-hutan untuk data bulan April 2013 dan bulan Juli untuk setiap zona. Penggabungan kedua bulan ini dimaksudkan untuk meminimalisasi efek awan yang menyebabkan tidak ada informasi. Gambar 9 sampai 12 memperlihatkan hasil klasifikasi hutan dan non-hutan untuk setiap zona dan pada bulan April dan Juli 2013.



Gambar 9 Kelas hutan dan non hutan zona 1, zona 2, dan zona 3 bulan April 2013

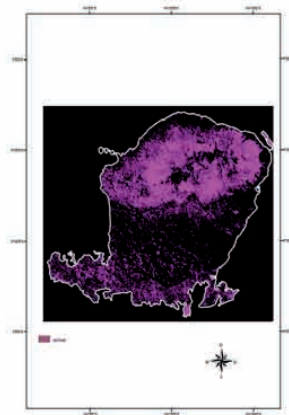


Gambar 10 Kelas hutan dan non hutan zona 1, zona 2, dan zona 3 bulan Juli 2013



Gambar 11 Kelas hutan dan non hutan zona 1, zona 2, dan zona 3, April dan Juli 2013

Hasil dari penggabungan zona 1, 2, dan 3 untuk bulan April dan Juli 2013 diperlihatkan pada Gambar 12 berikut.



Gambar 12 Hasil klasifikasi hutan dan non-hutan untuk pulau Lombok tahun 2013

Untuk keperluan uji akurasi, dilakukan juga pengumpulan data sekunder. Data yang dikumpulkan berupa data hasil survei penutup dan penggunaan lahan di Lombok yang dilakukan oleh tim, data jenis, dan jumlah tanaman pada beberapa sektor di Lombok Barat. Selanjutnya dilakukan pengujian secara visual dan digital untuk hasil klasifikasi dengan analisis korelasi kanonik ini. Dari pengujian berdasarkan data lapangan dan hasil klasifikasi komponen utam, diperoleh hasil akurasi klasifikasi sebesar 92%.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa klasifikasi hutan dan non-hutan dapat dilakukan dengan menggunakan indeks yang diperoleh dari analisis korelasi kanonik (CCA). Dari analisis, diperoleh bahwa kanal 3, 4, dan 5 Landsat-8 memberikan pengaruh yang paling besar dalam pengklasifikasian hutan dan penggunaan lahan lainnya.

Indeks dan *Thresholding* untuk masing-masing zona adalah sebagai berikut:

Zona 1 :

$$(4 \cdot i_1 + 5 \cdot i_2 + i_3) > 2447 \text{ dan } (4 \cdot i_1 + 5 \cdot i_2 + i_3) < 2700$$

$$(5 \cdot i_1 + i_2) > 1430 \text{ dan } (5 \cdot i_1 + i_2) < 1667$$

zona 2:

$$(4 \cdot i_1 + 5 \cdot i_2 + i_3) > 2447 \text{ dan } (4 \cdot i_1 + 5 \cdot i_2 + i_3) < 2650$$

$$(5 \cdot i_1 + i_2) > 1430 \text{ and } (5 \cdot i_1 + i_2) < 1600 \text{ then } 1 \text{ else null}$$

zona 3

$$(4 \cdot i_1 + 5 \cdot i_2 + i_3) > 2554 \text{ dan } (4 \cdot i_1 + 5 \cdot i_2 + i_3) < 2800$$

$$(5 \cdot i_1 + i_2) > 1460 \text{ dan } (5 \cdot i_1 + i_2) < 1750$$

Akurasi klasifikasi berdasarkan data lapangan adalah 92%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Wawan K. Harsanugraha yang telah memberikan pengarahan dalam penyusunan makalah ini dan kepada Kapusfatja yang telah memberikan fasilitas kepada penulis untuk menyelesaikan kajian ini. Terima kasih disampaikan pula kepada Dinas Kehutanan Kabupaten Lombok Barat yang memberikan bantuan berupa data sekunder terkait informasi tentang hutan di Lombok serta kepada rekan-rekan peneliti yang telah memberikan masukan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Achard F., R. Defries, M. Herold, D. Mollicone, D. Pandey, C. de Souza. 2008. *Guidance on Monitoring of Gross Change in Forest Area*. Chapter 3 dalam: GOF-C-GOLD. Reducing Greenhouse Gas Emissions from Deforestation and Degradation in Developing Countries: A Sourcebook of Methods and Procedures for Monitoring, Measuring and Reporting. GOF-C-GOLD Report version COP 13-2. GOF-C-GOLD Project Office, Natural Resources Canada. Alberta. Canada.
- Angelsen A., Atmadja S. 2010. Melangkah Maju dengan REDD: Isu, Pilihan dan Implikasi. CIFOR. Bogor. Indonesia.

- BPN. 2010. *SNI 7645-2010: Klasifikasi Penutup Lahan*. Jakarta.
- Definiens. 2006. Reference Book: Definiens Professional version 5.0.6.2. Definiens AG. München. Germany.
- Definiens. 2006. User Guide: Definiens Professional version 5.0.6.2. Definiens AG. München. Germany.
- DeFries R., F. Achard, S. Brown, M. Herold, D. Murdiyarso, B. Schlamadinger, C. de Souza Jr. 2006. *Reducing Greenhouse Gas Emissions from Deforestation in Developing Countries: Considerations for Monitoring and Measuring*. Global Terrestrial Observing System (GTOS). Rome. Italy.
- eCognition. 2005. *User Guide 4 Definiens*. Germany.
- [Kemenhut] Kementerian Kehutanan. 2011. *Buku Statistik Kehutanan Indonesia*
- Furby S.L., P.A. Caccetta, J.F. Wallace. 1995. *Salinity Monitoring Using Remotely Sensed and Other Spatial Data*. CSIRO Division of Mathematical and Information Sciences. Australia.
- Green P. E. 1978. *Analyzing Multivariate Data*. Hinsdale, Ill.: Holt, Rinehart, & Winston.
- Green P. E., and J. Douglas Carroll. 1978. *Mathematical Tools for Applied Multivariate Analysis*. New York: Academic Press.
- LDC Mission. 2013. *Landsat 8, Continuing the Landsat Mission*.