

METODE SEGMENTASI AUTOMATIS UNTUK EKSTRAKSI HUTAN MANGROVE MENGGUNAKAN DATA SATELIT AVNIR-2 STUDI KASUS: PULAU LANCANG (AUTOMATIC OF SEGMENTATION METHOD FOR EXTRACTION MANGROVE FOREST BY USING AVNIR-2 SATELLITE DATA CASE STUDY: LANCANG ISLAND)

Muchlisin Arief, Teguh Prayogo, Rossy Hamzah
Remote Sensing Application center, LAPAN
e-mail: muchlisi.arief@yahoo.com

ABSTRACT

The image segmentation proses is a process of image processing to separate objects from the background, so that the object can be processed for other purposes or analyzed for further proceedings. Many methods can be used for segmentation, such as using a threshold, gradient or laplacian. In general, the segmentation process is divided into three sections: classification, based on the edge, and based on the area/region growing. This paper described the segmentation algorithm is divided into three phases are: Perform a reduction operation between AVNIR-2 data band, Determine the region growing and Doing classifying/classes of mangrove density. Region growing is determined by the value of the reduction of the band B13 (band1-band3) and B24 (band2-band4) as well as couples between B12 (band1-band2) and B34 (band3-band4). Then the value is used as the threshold value in determining mangrove forest density class. Based on calculations of mangrove forest on the Lancang island is 17:24 ha. The results were compared with data obtained from BAPEDALDA in 2000, results of the comparison indicate that the proposed method has been built to have an accuracy/precision 95.5% hich can be interpreted that the GOI DKI Jakarta with the community has managed to preserve the mangrove forests and forest grew ± 0.7 ha within a period of 9 years

Key words: *ALOS AVNIR-2, Image Segmentation, Mangrove, Region, thresholding, Lancang island*

ABSTRAK

Proses segmentasi citra adalah sebuah proses pengolahan citra untuk memisahkan obyek dari *background*-nya, sehingga obyek tersebut dapat diproses untuk keperluan lainnya atau dianalisa untuk proses lebih lanjut. Banyak metode yang dapat digunakan untuk proses segmentasi, seperti menggunakan *threshold*, *gradient* ataupun *laplacian*. Secara umum proses segmentasi dibagi dalam tiga bagian: klasifikasi, berdasar tepi, dan berdasar daerah/*region growing*. Pada paper ini dijelaskan algoritma segmentasi yang dibagi dalam tiga tahapan yaitu: Melakukan operasi pengurangan antar *band* data AVNIR-2, menentukan *region growing* dan melakukan pengklasan kerapatan mangrove. *Region growing* ditentukan berdasarkan nilai hasil pengurangan antara *band* B13 (*band1-band3*) dan B24 (*band2-band4*) serta pasangan antara B12 (*band1-band2*) dan B34 (*band3-band4*). Kemudian nilai tersebut digunakan sebagai nilai ambang/*threshold* dalam menentukan klas kerapatan hutan mangrove. Berdasarkan hasil perhitungan luas hutan mangrove di Pulau Lancang adalah 17.24 ha. Hasil tersebut dibandingkan dengan data yang diperoleh dari

BAPEDALDA pada tahun 2000, Hasil perbandingannya menunjukkan bahwa metode yang telah dibangun mempunyai akurasi/ketelitian 95.5%. yang dapat diartikan bahwa pemerinah DKI Jakarta bersama masyarakat telah berhasil melestarikan hutan mangrove dan hutannya bertambah ± 0.7 ha dalam kurun waktu 9 tahun.

Kata Kunci: ALOS AVNIR-2, Mangrove, Region, Segmentasi citra, Thresholding, Pulau Lancang

1 PENDAHULUAN

Mangrove adalah ekosistem yang sangat produktif dengan keragaman flora dan fauna di zona intertidal dari garis pantai tropis dan subtropis (Abeysinghe et al., 2000; FAO 2007). Disamping itu, mangrove merupakan stabilitas ekologis yang sangat besar dipantai yang berfungsi untuk, pengurangan erosi pantai, sedimen dan retensi hara, perlindungan badai, banjir dan kontrol aliran, dan kualitas air (Giri et al., 2007; Alongi 2008; Bahuguna et al., 2008). Selain itu, mangrove mempunyai manfaat ekonomi bagi masyarakat setempat melalui berbagai hasil hutan (Zhang et al., 2006; Walters et al., 2008). Akan tetapi sayang sekali, pada dekade terakhir ini, situasi yang berkaitan dengan hutan mangrove semakin memburuk karena terancam oleh aktivitas manusia seperti meningkatnya permintaan lahan yang akan dialokasikan untuk makanan, untuk lokasi produksi industri dan untuk pemukiman pedesaan dan/atau perkotaan (Blasco et al., 2001; FAO, 2007) dan telah diperkirakan bahwa pada tahun 2030 hutan mangrove/bakau akan berkurang hingga mencapai 60% (Valiela et al.2001, UNEP 2006).

Di lain pihak, bagi pemerintah suatu negara merasa kesulitan untuk mengelola, merestorasi dan merehabilitasi sisa kawasan mangrove, karena tidak adanya informasi yang cukup tentang kondisi *existing* ekosistem mangrove (Primavera et al, 2005). Oleh karena itu, dianggap perlu pemantauan perubahan hutan mangrove terus menerus melalui penelitian pada dinamika spasial-temporal sebagai penutup *land-use/cover* di pesisir (Souza Filho et al. 2006).

Penggunaan teknologi yang murah dan mempunyai cakupan yang luas guna memantau keberadaan hutan mangrove adalah menggunakan teknologi penginderaan jauh satelit (*remote sensing satellite*). Penginderaan jauh meliputi seluruh teknik yang berkaitan dengan analisis dan pemanfaatan data dari satelit lingkungan dan sumberdaya alam, serta dari foto udara. Penginderaan jauh merupakan ilmu yang menurunkan informasi tentang obyek dari pengukuran yang dilakukan pada suatu jarak tertentu dari obyek (Sutanto, 1994; Lillesand dan Kiefer, 1994; Mather 1999, Jensen, 2000). Studi penggunaan teknologi penginderaan jauh untuk memantau/memprediksi hutan mangrove telah banyak dilakukan baik yang menggunakan informasi nilai *pixel* (*digital number* tiap *band pixels*) maupun menggunakan sekumpulan/*group* nilai *pixel* seperti segmentasi.

Pada umumnya *digital image processing*/pengolahan citra *digital* untuk mendeteksi mangrove menggunakan informasi nilai tiap *pixel* antara lain: seperti superposisi antar *band* spektral, klasifikasi citra ataupun menggunakan perbandingan antar *band* spektral yang biasa disebut pemodelan informasi indeks vegetasi (Tucker, 1979; Ceccato et. Al. 2002, Rasolofoharinoro et al, 1998;. Saito et al, 2003). Penelitian Krishnamoorthy et al. (1997), Blasco dan Aizpuru (2002) yang mempelajari pantulan pola mangrove dengan menggunakan data satelit dan mengatakan bahwa seluruh pola reflektansi spektral dari mangrove disebabkan oleh konsentrasi klorofilnya dan hasil akhir dari proses tersebut dilakukan interpretasi secara analog,

yang mana, hasilnya sangat tergantung kadang kala pada interpretasi orangnya, sehingga akan menimbulkan *human error*. Untuk menghindari hal tersebut, maka dilakukan pengolahan citra melalui pendekatan segmentasi.

Proses segmentasi didefinisikan sebagai proses untuk memisahkan suatu obyek dengan obyek lainnya atau antara obyek dengan latar belakangnya (*background*) yang terdapat dalam citra, atau boleh dikatakan sebagai proses mengelompokkan piksel berdekatan menjadi *contiguous region* berdasarkan kriteria *similarity* pada *property* piksel (Geneletti and Gorte, 2003; Zhang, 2000). Dengan demikian, proses segmentasi tersebut menghasilkan kumpulan obyek pada citra dapat disebut sebagai *individu*. *Individu* ini dapat dijadikan sebagai *input* pada proses selanjutnya. Mengingat pentingnya tahapan-tahapan proses tersebut, maka dibutuhkan metode pengolahan yang dapat melakukan pemisahan obyek dari *background* dengan akurat. Karena ketidak akuratan proses akan mempengaruhi proses selanjutnya.

Secara Umum, proses segmentasi dapat dilakukan melalui tiga pendekatan (Castlement, 1996): yaitu segmentasi yang didasarkan pada pendekatan batas (*boundary approach*) menggunakan metode *thrresholding*, didasarkan pendekatan tepi (*edge approach*) menggunakan operator *matematika gradient* atau *laplacian*, dan didasarkan pendekatan *region/wilayah (region approach)*. Segmentasi citra yang didasarkan pada wilayah/*region* adalah teknik pengelompokan atau dapat dikatakan sebagai teknik pembagian citra kedalam beberapa wilayah (*region*) yang mempunyai kesamaan fitur antara lain: tingkat keabuan, *texture*, warna (*color*) dan sebagainya. Sehingga proses segmentasi akan mengubah suatu citra masukan yang kompleks menjadi citra yang lebih sederhana dan akan memudahkan pengamat citra untuk melakukan analisis.

Pada penelitian ini, diusulkan suatu metode segmentasi untuk ekstraksi mangrove secara otomatis menggunakan data *2Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2 (AVNIR-)*. Metode segmentasi yang diusulkan dibagi dalam 3 tahapan: melakukan operasi pengurangan antar *band* data AVNIR-2, menentukan *region growing* dan segmentasi citra untuk pembagian/pengklasan kerapatan mangrove. *Region growing* ditentukan berdasarkan nilai hasil pengurangan antara *band* B13 (*band1-band3*) dan B24 (*band2-band4*) serta pasangan antara B12 (*band1-band2*) dan B34 (*band3-band4*). Kemudian nilai tersebut digunakan sebagai batas nilai ambang/*threshold* dalam menentukan klas kerapatan hutan mangrove di Pulau Lancang Kabupaten kepulauan seribu, Provinsi Daerah khusus Ibu Kota (DKI) Jakarta.

Pada penelitian ini, data satelit yang digunakan pada penelitian ini adalah Satelit Jepang *Advanced Land Observation Satellite (ALOS)* dengan sensor *Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type 2 (AVNIR-2)* yang direkam tanggal 3 Agustus 2009. Sedangkan survey lapangan dilakukan pada Tanggal 2 Agustus 2011. Dengan demikian keadaan/kondisi atmosfer pada waktu pengukuran dengan waktu perekaman dianggap sama.

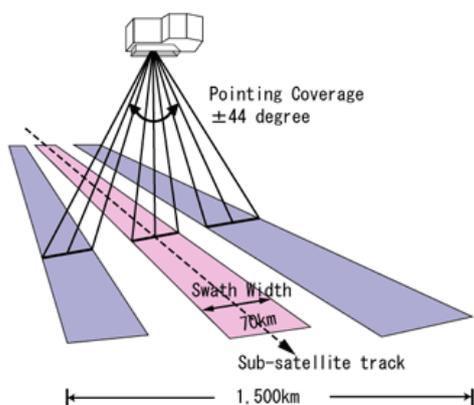
2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Satelit ALOS AVNIR-2

Satelit *Advanced Land Observing Satellite (ALOS)* adalah satelit milik Jepang yang merupakan satelit generasi lanjutan dari JERS-1 dan ADEOS yang dilengkapi dengan teknologi yang lebih maju, untuk memberikan kontribusi bagi dunia penginderaan jauh, terutama untuk pengamatan tutupan lahan secara lebih presisi dan akurat. Satelit ALOS

memiliki 3 Sensor Yaitu: 1). *Panchromatic Remote Sensing Instrument for Stereo Mapping* (PRISM) dengan resolusi 2,5 meter; 2). *Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type-2* (AVNIR-2) resolusi 10 meter; 3). *Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar* (PALSAR) resolusi 10 meter dan 100 meter. Sensor *Advanced Visible and Near Infrared Radiometer type-2* (AVNIR-2) merupakan penyempurnaan dari sensor sebelumnya, karena sensor AVNIR-2 disamping mempunyai 7000 *pixel* per CCD dilengkapi dengan kemampuan khusus yang memungkinkan satelit dapat melakukan observasi tidak hanya pada arah tegak lurus lintasan satelit, tetapi juga mode operasi dengan sudut observasi (*Pointing Angle*) hingga sebesar ± 44 derajat (lihat Gambar 2-1a).

Gambar 2-1b adalah *respons* spektral dari satelit sensor AVNIR-2, yang mempunyai spektral tampak (*visible*) dan inframerah dekat (*near infrared*) ditambah dengan resolusi spasial 10 meter serta lebar cakupan yang luas (70 km), memungkinkan dapat digunakan untuk memantau tutupan lahan vegetasi pada umumnya dan tumbuhan mangrove pada umumnya.



(a) Sistem perekaman (*side looking*) sumber JAXA EORC, 2010

2.2 Segmentasi Citra

Secara umum proses segmentasi wilayah dapat di pisahkan menjadi 3 tahapan besar (*major steps*) yaitu: [Geoffrey, et. al., 1988]

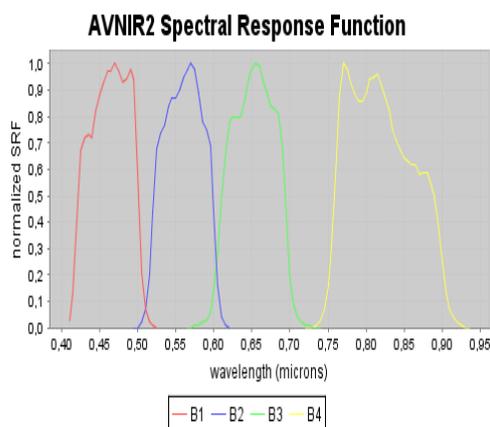
- *Pixel Classification/pengklasan pixel*. Pada tahapan ini, *pixels* di klaskan kedalam beberapa klas tertentu.
- *Correction*: Pada tahapan ini, kita membuang/mengeliminasi beberapa *pixels*, yang diakibatkan oleh kesalahan pengklasan *misclassification*.
- *Tissue labeling/jaringan pelabelan*: Pada tahapan ini, *class* dari *pixels* *diassigned* kedalam *unique tissue name*.

Pada pendekatan segmentasi wilayah dalam penelitian ini didasarkan pada karakteristik dari masing-masing obyek untuk setiap *band*/kanalnya, atau boleh dikatakan didasarkan pada nilai *grey level/digital number* dari masing-masing bandnya. Salah satu cara untuk mendefinisikan segmentasi citra adalah sebagai berikut [Murinto-2009]. Misalkan sekumpulan wilayah $\{R_1, R_2, \dots, R_n\}$ merupakan suatu segmentasi citra R ke dalam n wilayah jika:

$$R_i \cap R_k = \emptyset, i \neq k \tag{2-1}$$

$$\bigcup_{i=1}^n R_i = R, \text{ dan}$$

$$R_i \cap R_k = \emptyset, i \neq k$$



(b) Respons spektral

Gambar 2-1: Sistem perekaman dan respons spektral ALOS AVNIR-2

Disamping itu, terdapat juga suatu predikat P yang menentukan kriteria homogenitas suatu wilayah yaitu [Murinto-2009]:

$$P(R_i) = TRUE, \quad i=1,2,\dots,n$$

(a) $P(R_i \cup R_k) = FALSE, \quad i \neq k$ dan R_i bersebelahan dengan R_k . (2-2)

Proses segmentasi digunakan dalam berbagai aplikasi, meskipun metode yang digunakan sangat bervariasi, semuanya bertujuan sama yaitu untuk mendapatkan representasi citra yang lebih sederhana. Terdapat berbagai macam metode dalam melakukan segmentasi, cukup sulit untuk melakukan metode yang komprehensif, oleh karena itu, pemilihan metode bergantung pada pendekatan yang akan digunakan dan fitur yang diharapkan dari citra.

3 METODE DAN DATA

Didasarkan pada kesulitan di atas, maka algoritma dari metode segmentasi untuk mengidentifikasi mangrove dengan menggunakan dibagi dalam 3 tahapan yaitu:

- Pengolahan awal (*preprocessing*) yaitu melakukan koreksi geometrik dan radiometrik,
- Mengamati nilai *digital number* dari masing-masing *pixel* obyek yang terdapat pada citra,
- Melakukan pengurangan pasangan antar *band* spektral citra AVNIR-2,
- Menentukan *region* homogen dengan mengamati nilai hasil pengurangan antar *band*,
- Melakukan segmentasi citra untuk pembagian kerapatan mangrove dengan menggunakan metode *thresholding*.

Data skunder yang digunakan dalam penelitian ini berupa data hasil *survey* lapangan yang dilakukan pada tanggal 2 Agustus 2011 dan data peta serta data tabuler mangrove yang diperoleh dari PEMDA DKI Jakarta

(berupa laporan kegiatan tahun 2000). Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi perangkat keras (*hardware*) seperti GPS Garmin 12 XL dan perangkat lunak (*software*). Perangkat lunak yang digunakan ER-Mapper 6.4 untuk pemrosesan data, ENVI 4.5 berfungsi untuk mengamati nilai *digital number* sepanjang garis transek yang ditentukan dan menampilkan citra serta perangkat lunak penunjang lainnya. Sedangkan data primer yang digunakan dalam penelitian adalah data ALOS AVNIR-2 yang direkam pada tanggal 3 Agustus 2009.

4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

Sebagaimana diterangkan di atas, bahwa data yang digunakan pada penelitian ini adalah data ALOS-AVNIR-2 yang direkam tanggal 3 Agustus 2009. Gambar 4-1a dan b adalah citra satelit AVNIR-2 yang telah dilakukan *preprocessing* (koreksi geometrik dan radiometrik) dimana gambar tersebut menunjukkan bahwa mangrove berwarna kecoklatan (Gambar 4-1a) atau berwarna merah maron (Gambar 4-1b).

Gambar 4-1a Menunjukkan bahwa pada RGB (321) mangrove terlihat berwarna gelap kecoklatan, laut berwarna biru dan sisanya (warna abu-abu) adalah lumpur, lamun karang dan sebagainya, sedangkan Gambar 4-1b. adalah RGB (431) yang menunjukkan bahwa mangrove terlihat merah terang. Warna biru adalah laut dan sisanya adalah lumpur, lamun karang dan sebagainya. Persoalan yang timbul adalah bagaimana ekstraksi mangrove tersebut secara otomatis.

Setelah dilakukan pengecekan lapangan (Gambar 4-2) hutan mangrove di Pulau Lancang kecil tumbuh terpecah terdiri dari beberapa grup kecil-kecil dimana setiap grup mangrove ukuran spasialnya kurang dari ukuran satu *pixel* (kurang dari 10x10 meter) dan pula jarak antara masing-masing grup

kurang dari 10 meter. Sehingga setiap *pixel* pada citra kadang kala mewakili satu grup mangrove dan tidak jarang juga satu *pixel* pada citra mewakili beberapa grup mangrove (campuran mangrove dan air). Akibatnya warna mangrove pada citra juga terdegradasi. Sehingga kadang kala, untuk mangrove yang sama mempunyai nilai *digital number* yang berbeda dalam hal ini, pengertian *digital* dan *digital number* dapat dilihat pada Lampiran.

Untuk dapat memisahkan mangrove dari obyek lainnya, maka harus dilihat terlebih dahulu bagaimana nilai *digital number* dari mangrove

terhadap obyek lainnya pada masing-masing *band* spektral. Nilai *digital number* dari garis transek pada Gambar 4-3a dapat dilihat pada Gambar 4-3b.

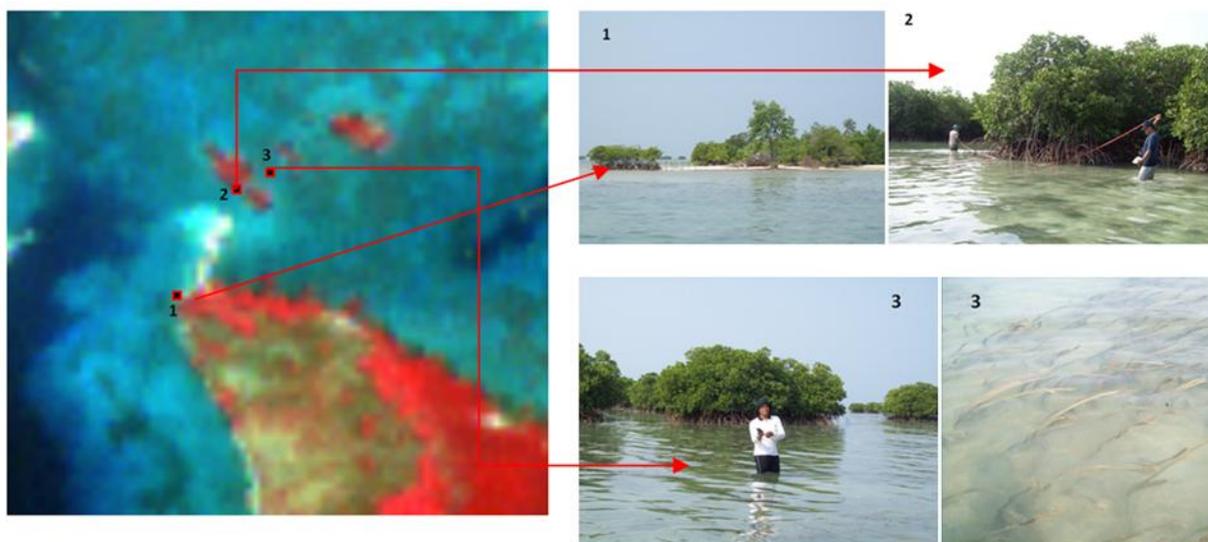
Gambar 4-3b memperlihatkan bahwa nilai grafik *digital number* dari masing-masing obyek (seperti pasir, karang, lumpur dan vegetasi mangrove) tidak teratur, sehingga masing-masing obyek seperti mangrove tidak dapat dipisahkan secara eksak atau secara otomatis. Untuk dapat mengekstraksi mangrove secara otomatis, maka perlu dilakukan beberapa tahapan proses yang bertujuan untuk mencari *region* yang homogen.



(a)
Citra RGB dari kombinasi *band* 321

(b)
Citra RGB dari kombinasi *band* 431

Gambar 4-1: Citra RGB AVNIR-2 Pulau Lancang

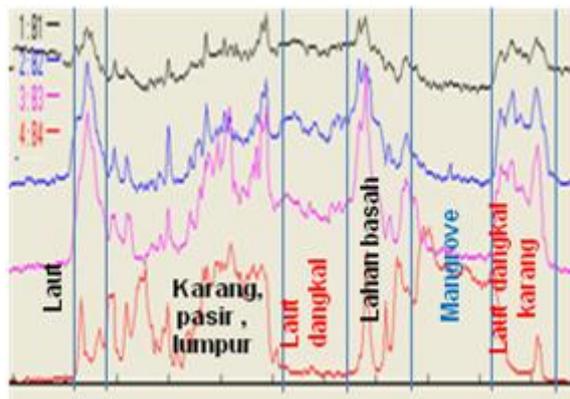


Gambar 4-2: Citra RGB 431 AVNIR-2 dan keberadaan mangrove di P.Lancang kecil



(a)

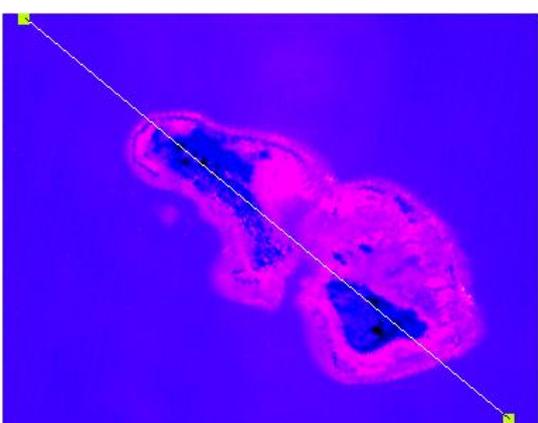
RGB avnir band 321 P. lancang



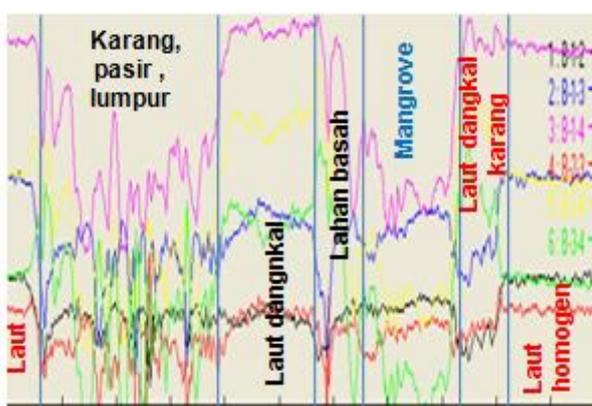
(b)

Nilai digital number tiap band dari citra garis transek pada Gambar 4-3a

Gambar 4-3: Citra Avnir-2 P. Lancang dan nilai digital number dari garis transek



a. Citra pseudocolor hasil proses pengurangan band1- band4



b. Nilai digital number dari transek pada Gambar 4-1a

Gambar 4-4: Citra pseudocode hasil pengurangan band dan nilai transek dari hasil pengurangan antar band

Proses untuk mencari region homogen, dapat dilakukan dengan mengurangi nilai digital number dari tiap pasangan band spektral. Proses pengurangan band spektral tersebut dapat dilakukan dengan mengurangi pasangan-pasangan band yaitu: $B12=Band1-Band2$, $B13=Band1-Band3$, $B14=Band1-Band4$, $B23=Band2-Band3$, $B24=Band2-Band4$ dan $B34=Band3-Band4$. Hasil pengurangan nilai digital number antar pasangan band citra AVNIR-2 dari garis transek tersebut di atas dapat dilihat pada Gambar 4-4.

Gambar 4-4a memperlihatkan bahwa warna laut yang dalam hampir sama (violet), berarti mempunyai nilai digital yang hampir sama, sehingga dapat dikatakan sebagai region homogen,

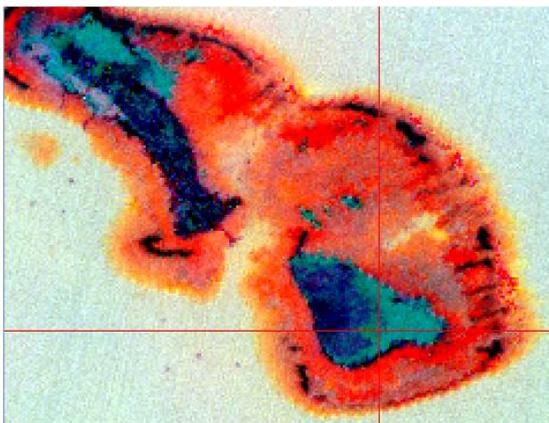
sedangkan perairan dangkal (obyeknya terdiri dari: pasir, lamun, karang) berwarna kemerah-merahan, sedangkan mangrove sebagian berwarna hitam dan sebagian lagi berwarna biru (bercampur dengan warna lahan basah).

Gambar 4-4b adalah distribusi nilai digital number dari garis transek pada Gambar 4-4a. Gambar tersebut menunjukkan bahwa untuk grafik hasil pengurangan antara band1 dengan band4 (B14) selalu berada di atas grafik lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa obyek penutup lahan adalah air atau berada diantara air atau terendam air, sehingga untuk proses selanjutnya B12 dapat diabaikan. Untuk region homogen (wilayah laut dalam) nilai digital number B13 hampir sama dengan B24 atau

dapat dikatakan $|B13- B24| < 10$ dan nilai *digital number* B12 hampir sama dengan B34 atau $|B13- B24| < 10$. Sedangkan untuk obyek lainnya (seperti karang, mangrove, lamun pasir dan sebagainya) masih belum dapat diklasikan/ diklasifikasikan secara otomatis. Hal ini disebabkan disamping selisih antara B13-B24 maupun selisih antara B13-B24 cukup besar, juga kadang-kadang bernilai positif dan negatif. Untuk dilakukan pemilihan wilayah garis transek dengan obyek yang lebih sederhana (diambil garis transek horizontal), sebagaimana terlihat pada Gambar 4-5.

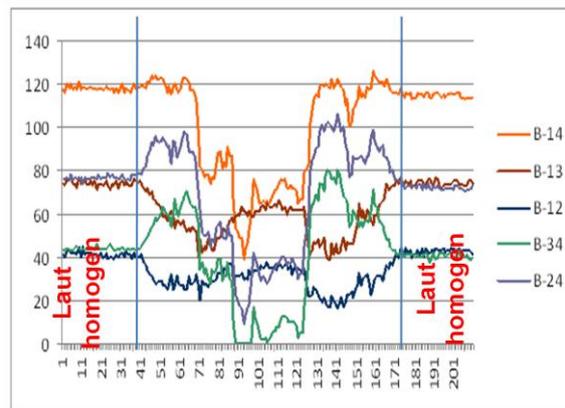
Pada Gambar 4-5b memperlihatkan untuk *region* laut (laut terdapat pada ujung grafik sebelah kanan atau kiri) bahwa hasil pengurangan antara *band*1-

band 3 (B13) hampir berimpit dengan hasil pengurangan antara *band*2-*band*4 (B24) dan hasil pengurangan *band*1-*band*2 (B12) hampir berimpit dengan hasil pengurangan *band*3 - *band*4 (B34). Sehingga dapat dikatakan bahwa kedua wilayah tersebut adalah *region* homogen, sehingga wilayah tersebut sudah dapat diekstrak secara otomatis. Sedangkan grafik untuk wilayah/obyek lainnya (seperti lahan basah, terumbu karang, mangrove dan sebagainya) masih ber-campur (belum terpisahkan), sehingga obyek belum dapat diekstrak secara otomatis. Oleh karena itu, diperlukan penyederhanaan pemisahan grafik yaitu dengan memisahkan grafik tersebut secara berpasang-pasangan (dua grafik). Hasil pemisahan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4-6.



a.

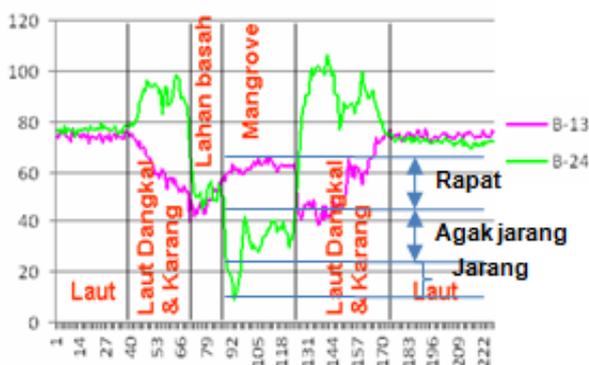
Citra pseudocolor hasil proses pengurangan antar *band*



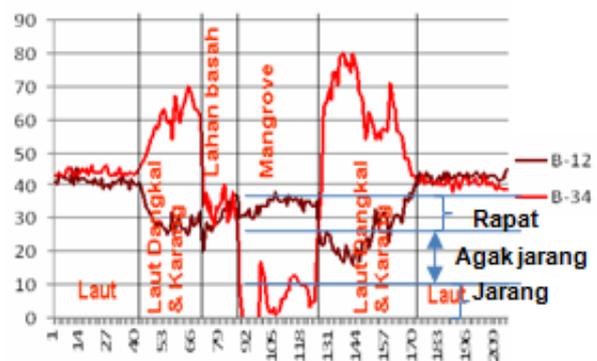
b.

Nilai *digital number* dari transek horizontal pada Gambar 4-3a

Gambar 4-5: Citra pseudocode hasil pengurangan *band* dan nilai transek dari hasil pengurangan antar *band*



a. Nilai *digital number* dari B13 dan B24



b. Nilai *digital number* dari B12 dan B34

Gambar 4-6: Penyederhanaan dari nilai *digital number* dari Gambar 4-5b

Gambar 4-6a memperlihatkan bahwa untuk seluruh laut (perairan dalam) variasi nilai *digital number* untuk B13, B24, B12 dan B34 hampir konstan atau boleh dikatakan nilai harga mutlak hasil pengurangannya kurang dari 10 yang dapat dituliskan dengan $|B13-B24| < 10$ dan $|B12-B24| < 10$. Untuk *region mangrove*, hasil pengurangan nilai *digital number* bervariasi (tidak konstan). Akan tetapi pengklasasian obyek hutan mangrove dapat dilakukan apabila nilai *digital number* dari B13 lebih besar dari B24 ($B13 > B24$) dan nilai *digital number* dari B12 lebih besar dari B34 ($B12 > B34$). Kemudian penentuan kerapatan mangrove (mangrove rapat, mangrove agak jarang dan mangrove jarang) dilakukan dengan membagi selisih pengurangannya menjadi tiga bagian. Sedangkan untuk obyek non mangrove dapat dideteksi apabila nilai *digital number* dari B13 lebih kecil dari B24 ($B13 < B24$) dan nilai *digital number* dari B12 lebih kecil dari B34 ($B12 < B34$). Khusus obyek non mangrove, tidak diikuti sertakan pada penelitian ini, sehingga obyeknya diklasikan sebagai air dengan persyaratan nilai harga mutlak B13-B24 dan nilai harga mutlak B12-B34 lebih kecil dari 5 atau dapat dituliskan dengan ($|B13-B24| < 5$ dan $|B12-B34| < 5$).

Dengan menganalisa grafik 4-6 di atas, maka urutan proses untuk ekstraksi otomatis hutan mangrove dengan menggunakan citra satelit ALOS AVNIR-2 sebagai berikut:

- Citra diklasikan sebagai Mangrove, apabila B13 lebih besar B24 dan B12

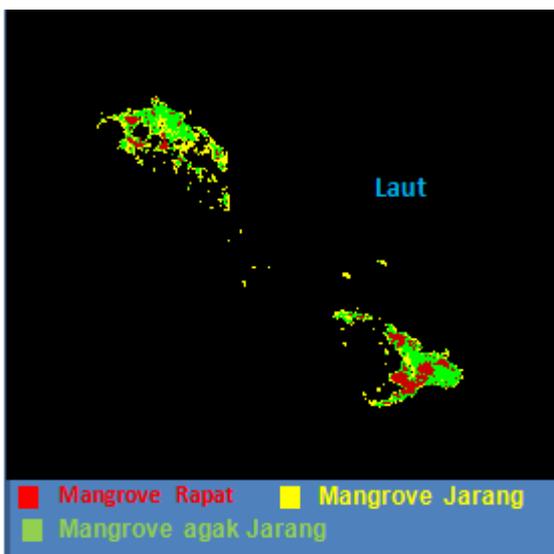
lebih besar B34 serta B13 lebih kecil dari 70 dan B12 lebih kecil dari 40 ($B13 > B24$ dan $B12 > B34$ dan $B13 \leq 70$ dan $B12 \leq 40$).

- Mangrove rapat, apabila nilai pengurangan B13 dengan B24 lebih besar atau sama dengan 40 dan pengurangan nilai B12 dengan B34 lebih besar atau sama dengan 25 atau $(B13-B24) \geq 40$ dan $(B12-B34) \geq 25$.
 - Mangrove agak jarang, apabila nilai pengurangan B13 dengan B24 lebih besar dari 20 dan lebih kecil dari 40 serta pengurangan nilai B12 dengan B34 lebih besar dari 15 dan lebih kecil dari 25. $(20 < (B13-B24) < 40$ dan $15 < (B12-B34) < 25$).
 - Mangrove jarang, apabila nilai pengurangan B13 dengan B24 bernilai positif dan lebih kecil dari 20 serta pengurangan nilai B12 dengan B34 bernilai positif lebih kecil dari 15. $(0 \leq (B13-B24) \leq 20$ dan $0 \leq (B12-B34) \leq 15$).
- Obyek karang, lahan basah, air laut, pasir dikelompokkan menjadi satu kelas.

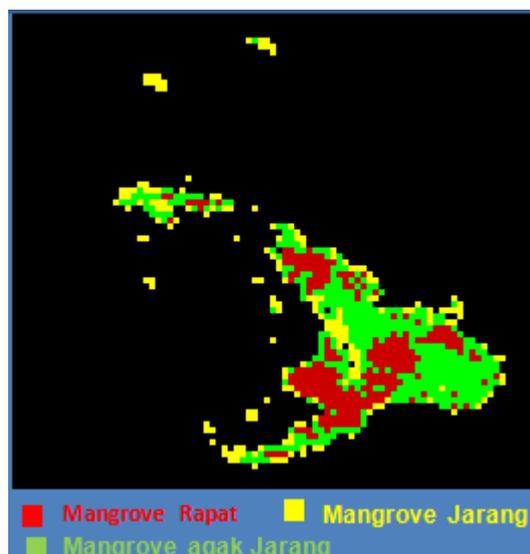
Algoritma untuk mendeteksi hutan mangrove menggunakan citra ALOS AVNIR-2, dapat diformulasikan melalui persamaan 4-1.

Persamaan 4-1 diaplikasikan pada citra satelit AVNIR-2 yang direkam pada tanggal 3 Agustus 2009 maka hasil pemrosesannya dapat dilihat pada Gambar 4-7.

$$F(i,j) = \begin{cases} \text{Mangrove jika } (B13 > B24 \text{ dan } B12 > B34) \text{ dan } (B13 \leq 70 \text{ dan } B12 \leq 40) \\ \text{Mangrove rapat jika } (B13 - B24) \geq 40 \text{ dan } (B12 - B34) \geq 25 \\ \text{Mangrove agak jarang jika } 20 < (B13 - B24) < 40 \text{ dan } 15 < (B12 - B34) < 25 \\ \text{Mangrove jarang jika } 5 \leq (B13 - B24) \leq 20 \text{ dan } 5 \leq (B12 - B34) \leq 15 \\ \text{laut} & \text{other wise} \end{cases} \quad (4-1)$$



Gambar 4-7a: Hasil identifikasi mangrove di P. Lancang besar dan kecil



Gambar 4-7b: Hasil identifikasi mangrove di P. Lancang kecil

Pada Gambar 4-7a menunjukkan bahwa luas hutan mangrove rapat 5.83 ha (warna merah), luas hutan mangrove agak jarang adalah 7.780 ha (warna hijau) dan mangrove jarang adalah 3.63 ha (warna kuning). Sehingga hasil ekstraksi hutan mangrove dengan menggunakan data satelit ALOS AVNIR-2 yang direkam tanggal 3 Agustus 2009, luas hutan mangrove keseluruhan di Pulau Lancang adalah 17.24 ha. Sedangkan berdasarkan data yang diperoleh dari Dinas BAPEDALDA DKI Jakarta pada tahun 2000, luas hutan mangrove di P. Lancang adalah 16.50 ha. Berarti selama sembilan tahun hutan mangrove di Pulau Lancang bertambah seluas kurang lebih 0,74 ha. Akan tetapi kalau seandainya hutan mangrove di Pulau Lancang luasnya tetap sebesar 16.5 ha, maka metode yang dikembangkan mempunyai kesalahan sekitar 0,74 ha atau sekitar 5 persen ($\pm 5\%$).

Dengan melihat perbedaan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa algoritma yang dibangun untuk mendeteksi mangrove di Pulau Lancang mempunyai perbedaan luas atau kesalahan sebesar 5 %. Atau boleh dikatakan bahwa algoritma yang dibangun untuk mendeteksi hutan mangrove mempunyai akurasi sebesar

95 % (persen). Angka ini menunjukkan bahwa: pertama hutan Mangrove di Pulau Lancang bertambah luas sebesar ± 0.7 hectar. Kedua penanaman hutan mangrove yang digalakkan oleh pemerintah Daerah Khusus Ibu Kota Jakarta berhasil dengan baik dan ketiga peran serta masyarakat sekitar dalam menjaga kelestarian hutan mangrove disekitar Pulau lancang berhasil dengan baik yang biasanya karena aktivitas manusia, hutan mangrove akan selalu berkurang dalam jangka waktu tertentu.

Walaupun ketelitian hasil analisis di atas, secara keseluruhan mempunyai akurasi sebesar 95% dibandingkan dengan data BAPEDALDA DKI tahun 2000, akan tetapi, bagaimanapun masih mengandung beberapa kesalahan/*error*. Kesalahan bisa diakibatkan oleh antara lain: resolusi spasial sensor, algoritma pengolahan, resolusi spektral sensor, proses koreksi geometik dan akibat struktur spasial suatu bentang alam. Kesalahan yang paling besar diakibatkan oleh kesalahan spasial sensor (karena satelit ALOS mempunyai resolusi spasial 10 meter artinya apabila ukuran obyek lebih dari 100 m² maka obyek tersebut akan terlihat jelas, akan tetapi bila ukurannya lebih kecil akan terlihat sebaliknya). Oleh karena itu, untuk

memperkecil *error* tersebut, sebaiknya digunakan data satelit dengan resolusi spasial lebih tinggi berorder centimeter seperti data satelit QuickBird, sehingga obyek yang berdiameter kurang dari satu meter dapat terdeteksi dengan jelas dan akurasi akan mendekati keadaan yang sebenarnya.

5 KESIMPULAN

Segmentasi citra adalah sebuah proses untuk membagi citra kedalam beberapa bagian yang disebut *region*. Setiap *region* merupakan obyek yang akan dipisahkan dari obyek lainnya yang biasa disebut latar belakang atau *background*.

Pada penelitian ini telah dikembangkan metode segmentasi untuk mengekstraksi hutan mangrove secara otomatis dengan menggunakan satelit ALOS AVNIR-2. Algoritma segmentasi yang diusulkan dibagi dalam 3 tahapan: melakukan operasi pengurangan antar *band* data AVNIR-2, menentukan *region growing* dan segmentasi citra untuk pembagian/pengklasasian kerapatan mangrove. *Region growing* ditentukan berdasarkan nilai hasil pengurangan antara *band* B13 (*band1-band3*) dan B24 (*band2-band4*) serta pasangan antara B12 (*band1-band2*) dan B34 (*band3-band4*). Kemudian nilai tersebut digunakan sebagai batas ambang/*threshold* dalam menentukan klas kerapatan hutan mangrove. Besarnya nilai ambang tersebut untuk mangrove rapat adalah $(B13-B24) \geq 40$ dan $(B12-B34) \geq 25$, untuk mangrove agak jarang adalah $20 < (B13-B24) < 40$ dan $15 < (B12-B34) < 25$, dan untuk mangrove jarang adalah $0 \leq (B13-B24) \leq 20$ dan $0 \leq (B12-B34) \leq 15$. Akan tetapi, jika seluruh hutan mangrove pada citra hanya diklasasikan menjadi satu klas saja, maka nilai ambang yang digunakan adalah: nilai $|B13-B24| < 5$ dan $|B12-B34| < 5$.

Berdasarkan analisa dari grafik, maka mangrove dapat dipisahkan menjadi

tiga kategori yaitu: mangrove rapat, mangrove jarang dan agak jarang. Sedangkan berdasarkan hasil perhitungan luas hutan mangrove di Pulau Lancang pada tanggal 3 Agustus 2009 adalah 17.24 ha. Jika hasil tersebut dibandingkan dengan hasil laporan BAPEDALDA pada tahun 2000 yang mengatakan luas hutan mangrove di Pulau Lancang adalah 16.50 ha, maka algoritma yang telah dibangun mempunyai ketelitian sebesar 95 persen (95 %), Hal ini berarti bahwa hutan mangrove di Pulau Lancang bertambah ± 0.7 hektar dalam kurun waktu sembilan tahun dan mengindikasikan bahwa pemerintah DKI Jakarta telah berhasil dengan baik dalam melestarikan hutan mangrove di Pulau Lancang.

DAFTAR RUJUKAN

- <http://www.eorc.jaxa.jp> 1997.
- Abeyasinghe, P.D., Triest, L., Greef, B.D., Koedam, N. and Hettiarachi, S., 2000. *Genetic and Geographic Variation of The Mangrove Tree Bruguiera in Sri Lanka*. Aquatic Botany, 67, pp.131-141.
- Alongi, D.M., 2008. *Mangrove Forests: Resilience, Protection from Tsunamis, and Responses to Global Climate Change*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 76, pp. 1-13.
- Arief, M., 2010. *Aplikasi Metode Threshold Guna Mendeteksi Hutan Mangrove Dengan Menggunakan Data Landsat MSS dan ETM*, Buku Analisis Mangrove Menggunakan Citra Satelit pp. 11-24.
- Bahuguna, A., Nayak, S. and Roy, D., 2008. *Impact of the Tsunami and Earthquake of 26th December 2004 on the Vital Coastal Ecosystems of the Andaman and Nicobar Islands assessed using RESOURCESAT AWiFS Data*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 10, pp. 229-237.

- BAPEDALDA DKI Jakarta, 2000. *Laporan Draft Final Koordinasi Evaluasi Kawasan Mangrove Cagar Alam dan Taman Nasional Laut Kepulauan Seribu DKI Jakarta*.
- Blasco, F. and M. Aizpuru, 2002. *Mangroves Along The Coastal Stretch of The Bay of Bengal: Present status*. Ind. J. Mar. Sci., 31, pp. 9-20.
- Blasco, F., Aizpuru, M. and Gers, C., 2001. *Depletion of the Mangroves of Continental Asia*, Wetlands Ecology and Management, 9, pp. 245-256.
- Castlement K. L., 1996. *Digital Image Processing*, Printice Hall, New Jersey.
- Ceccato, P., Gobron, N., Flasse, S., Pinty, B., & Tarantola, S., 2002. *Designing a Spectral Index to Estimate Vegetation Water Content from Remote Sensing Data: Part 1*. Theoretical approach. Remote Sensing of Environment, 82, pp. 188-197.
- FAO, 2007. *Mangrove Guidebook for Southeast Asia (RAP/2006/07)* (Bangkok, Thailand: Dharmasarn Co., Ltd).
- Gao, B., 1996. *NDWI—A Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water from Space*. Remote Sensing of Environment, 58, pp. 257-266.
- Geneletti, D. and Gorte, B. G. H., 2003. *A Method for Object-Oriented Land Cover Classification Combining Landsat TM Data and Aerial Photographs*, International Journal of Remote Sensing, 24: 6, pp.1273 — 1286.
- Geoffrey J. McLachlan and Kaye E. Basford, 1988. *Mixture Models: Inference and Applications to Clustering*, Marcel Dekker, Inc. New York.
- Giri, C., Pengra, B., Zhu, Z., Singh, A. and Tieszen, L. L., 2007. *Monitoring Mangrove Forest Dynamics of The Sundarbans in Bangladesh and India Using Multi-Temporal Satellite Data from 1973 to 2000*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 73, pp. 91-100.
- Horning, N., 2004, *Global Land and Vegetation: an Electronic Textbook*, NASA Apace Goddard Space Fligth Center Earth Sciences Directorate Scientific and Educational Endeavors (SEE) http://www.ccpo.odu.edu/SEES/veget/vg_class.htm.
- Jensen J.R., 2000. *Remote Sensing of Envorinemental Earth Resources Perspective*. Prince Hall-New-Jersey.
- Ji, L., A. J. Peter, 2007. *Performance Evaluasi of Spectral Vegetation indicest using Statistical Sensitivity Fuction*, Remote Sensing of Environmental, 106, 59-65.
- Karimi, H. A., X. Dai, S. Khoram, A. J. Khattak, and J. E. Hummer, 1999. *Techniques for Automatic Extraction of Roadway Inventory Features from High-Resolution Satellite Imagery*, Geocarto International, 14 (2): 5-16.
- Krishnamoorthy, K., Ajithkumar T.T., and Kannan, L., 1977. *Interpretation of Spectral Properties of Mangrove Soils/Sediments-A Study Based on Ground Truth Radiometer With IRS And TM Bands*. In: Geographical information systems and remote sensing applications (Ed.: I.V. Muralikrishna). pp. 468-472 (1997).
- Lillesand, T. and Kiefer, R., 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation 3rd Edition*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Lobo, A., 1997. *Image Segmentation and Discriminant Analysis for the Identification of Land Cover Units in Ecology*. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 35 (5): 1136-1145.
- Lobo, A., O. Chic, and A. Casterad, 1996. *Classification of Mediterranean Crops with Multisensor Data: Per-Pixel Versus Per-Object Statistics and Image Segmentation*. Inter-

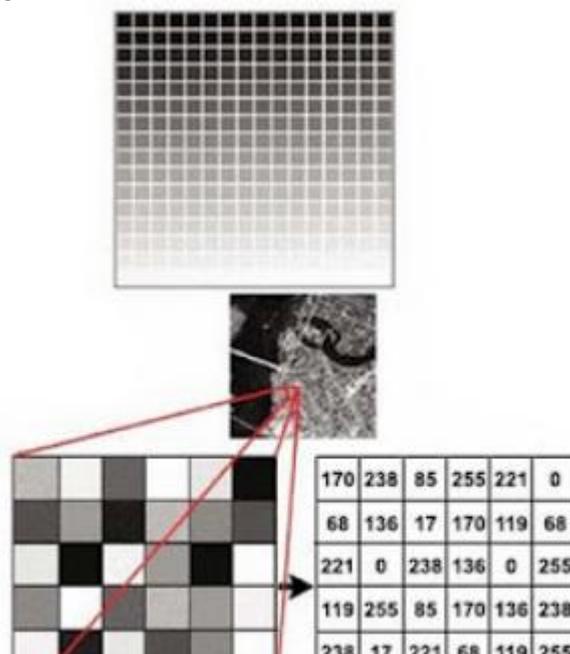
- national Journal of Remote Sensing, 17 (12): 2385-2400.
- Mather, P., 1999. *Computer Processing of Remotely-Sensed Images*, second edition, John Wiley, Chichester, UK.
- Murinto, Agus Harjoko, 2009. *Segmentasi Citra Menggunakan Watershed dan Intensitas Filtering Sebagai Preprocessing*, Seminar Nasional Informatika 2009, UPN "Veteran" Yogyakarta, 23 Mei 2009.
- Nowak, D. J. Mc Hale, M.Ibara, D. Crane, J. C. Stevans and C. J. Luley, 1998. *Modeling the Effect of Urban Vegetation on Air Pollution*. Air Pollution Modeling and its Application, 12,399-407.
- Primavera, J. H., 2005. *Global Voices of Science: Mangroves, Fishponds and the Quest for Sustainability*, Science, Vol. 310, 57-59.
- Rasolofoharinoro Blasco, F., Bellan, M. F., Aizpuru, M., Gauquelin, T., and Denis J., 1998. *A Remote Sensing Based Methodology for Mangrove Studies in Madagascar*, International Journal of Remote Sensing, Vol. 19, 1873-1886.
- Ryherd, S., and C. Woodcock, 1996. *Combining Spectral And Texture Data In The Segmentation Of Remotely Sensed Images*, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 62 (2): 181-194.
- Saito H., Bellan, M. F., Al-Habshi A., Aizpuru, M., Blasco, F., 2003. *Mangrove Research and Coastal Ecosystem Studies with SPOT-4 HRVIR and TERRA ASTER in the Arabian Gulf*, International Journal of Remote Sensing, Vol. 21, 4073-4092.
- Souza Filho, P.W.M., Farias Martins, E.D.S. and Da Costa, F.R., 2006. *Using Mangroves as a Geological Indicator of Coastal Changes in the Braganca, a macrotidal flat, Brazilian Amazon: a remote sensing data approach*. Ocean and Coastal Management, 49, pp. 462-475.
- Sutanto, 1994. *Penginderaan Jauh*, jilid 1, Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tucker, C. J., 1979. *Red and Photographic Infrared Linear Combinations for Monitoring Vegetation*, Remote Sensing of Environment, 8, 127-150.
- UNEP-WCMC, 2006. *In the Front Line: Shoreline Protection and Other Ecosystem Services from Mangroves and Coral Reefs* (Cambridge, UK: UNEP-WCMC).
- Valiela, I., Bowen, J.L. and York, J.K., 2001. *Mangrove Forests: one of the World's Threatened Major Tropical Environments*, Bioscience, 51, pp. 807-815.
- Walters, B.B., Ronnback, P., Kovacs, J., Crona, B., Hussain, S., Badola, R., Primavera, J. H., Barbier, E.B. and Dahdouh-Guebas, F., 2008. *Ethnobiology, Socio-Economics and Adaptive Management of Mangroves: a Review*, Aquatic Botany, 89, pp. 220-236.
- Wirawan, B. A. dan Maulia, N., 2008. *Segmentasi Warna Vs Segmentasi Tekstur Alternatif Ekstraksi Informasi Obyek pada Citra Resolusi Tinggi*, MAPIN, Bandung.
- Yunhao, C., S. Peijun, L. Xiaobing and L. Jing, 2006. *A Combined for Estimating Vegetation Cover in Urban/Suburban Environments from Remote Sensed Data*, Computer & Geosciences, 32, 1299-1309.
- Zhang, Y., 2000. *A Method for Continous Extraction of Multispectrally Classified Urban Rivers*, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 66 (8): 991-999.
- Zhang, Y., Wang, W., Wu, Q., Fang, B. and Lin, P., 2006. *The Growth of Kandelia Candel Seedlings in Mangrove Habitats of the Zhangjiang Estuary in Fujian, China*. Acta Ecologica Sinica, 26, pp. 1648-1656.

LAMPIRAN

CITRA DIGITAL PENGINDERAAN JAUH

Data citra satelit penginderaan jauh yang diterima stasiun bumi penerima direkam dalam bentuk format digital (sekumpulan data numeric). Unit terkecil dari data digital adalah **bit**, yaitu angka biner 0 atau 1, sedangkan data direkam dalam bentuk byte (1 Byte = 8 bit) yang mana setiap byte bernilai 0 – 255. Kumpulan byte ini dengan struktur tertentu bisa dibaca oleh *software* dan disebut citra digital. Citra digital terdiri dari array dua dimensi dari elemen citra disebut pixel (**picture element**) yang diatur dalam baris dan kolom. Sehingga, setiap *pixel* mewakili suatu daerah dipermukaan Bumi dan memiliki nilai intensitas dan alamat lokasi (baris, kolom) pada citra dua dimensi.

Pixel (picture element) adalah sebuah titik yang merupakan elemen paling kecil pada citra satelit. Angka numerik (1 byte) dari pixel disebut digital number (DN). DN bisa ditampilkan dalam warna kelabu, berkisar antara putih dan hitam (*gray scale*), tergantung level energi yang terdeteksi. *Pixel* yang disusun dalam order yang benar akan membentuk sebuah citra. Kebanyakan citra satelit yang belum diproses disimpan dalam bentuk *gray scale*, yang merupakan skala warna dari hitam ke putih dengan derajat keabuan yang bervariasi. Untuk Penginderaan Jauh, skala yang dipakai adalah 255 *shade gray scale*, dimana nilai 0 menggambarkan hitam, nilai 255 putih. Dua gambar di bawah ini menunjukkan derajat keabuan dan hubungan antara DN dan derajat keabuan yang menyusun sebuah citra.



Ketelitian posisi titik (RMSe) yang diperoleh dari penelitian ini antara 0,44 m sampai 0,48 m, RMSe jarak antara 0,53 m sampai 0,62 m dan persentase perbedaan luas yang dihasilkan antara metode terestris dan citra adalah 0,08 % sampai 5,03%. Ketelitian titik sekutu 0,1 mm pada peta hanya dapat digunakan untuk peta dasar pendaftaran tanah skala 1:10000. Sedangkan ketelitian planimetrik 0,3 mm pada peta dan ketelitian kartometri 0,5 pada peta dapat dipenuhi ketelitiannya untuk peta dasar pendaftaran tanah skala 1:2500 dan 1:10000. Citra Quickbird dapat digunakan secara visual dengan baik pada skala 1:3000.