

## SIMULASI PEMANFAATAN DATA LOSAT UNTUK PEMETAAN PADI

Bambang H. Trisasongko<sup>1\*</sup>, Dyah R. Panuju<sup>1</sup>, Boedi Tjahjono<sup>1</sup>, Baba Barus<sup>2</sup>, Hari Wijayanto<sup>2</sup>,  
Mahmud A. Raimadoya<sup>2</sup>, dan Irzaman<sup>2</sup>

1. Tim KKP3T-Padi, Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680, Indonesia
2. Tim Pengembangan LOSAT/LISAT, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680, Indonesia

<sup>\*</sup>)E-mail: trisasongko@gmail.com

---

### Abstrak

Sejak peluncuran satelit LAPAN-TUBSAT pada tahun 2007, Indonesia telah dan terus mengembangkan misi pemantauan bumi untuk berbagai keperluan. Misi pemantauan terbaru yaitu LAPAN-ORARI *Satellite* (LOSAT) saat ini sedang dalam taraf pengembangan dan diharapkan dapat diluncurkan pada tahun 2011. Untuk memfasilitasi pemanfaatan misi tersebut, berbagai percobaan terhadap spesifikasi sensor perlu dilakukan. Makalah ini menyajikan hasil percobaan dengan memanfaatkan data simulasi untuk aplikasi pemantauan dan pemetaan kawasan pesawahan dipadu dengan algoritma pohon keputusan QUEST. Hasil percobaan menunjukkan bahwa tiga kanal data simulasi LOSAT menghasilkan informasi dengan akurasi yang cukup tinggi.

### Abstract

**Simulation on the Use of LOSAT Data for Rice Field Mapping.** Since the launch of LAPAN-TUBSAT satellite in 2007, Indonesia has been developing mission on earth observation missions for various applications. The next generation mission, called LAPAN-ORARI *Satellite* (LOSAT), is currently under development and expected to be launched in 2011. In order to facilitate the applications, a thorough assessment of the sensor should be made. This paper presents an examination of simulated LOSAT data for rice monitoring and mapping purposes coupled with QUEST statistical tree. We found that three-band simulated LOSAT data were suitable for the task with reasonably high accuracy.

*Keywords: agriculture, QUEST, LOSAT, rice, statistical tree*

---

### 1. Pendahuluan

Ketahanan pangan merupakan salah satu isu penting dan menjadi salah satu pokok bahasan utama dalam dunia internasional. Mengingat kepentingan tersebut, berbagai komponen terkait dengan isu ketahanan pangan yang salah satunya adalah penyediaan data pertanian, terutama komoditas pangan, menjadi sangat penting. Dalam pelaksanaannya, penyediaan data pangan dirasakan sangat kompleks. Terdapat ketidaksesuaian antara tiga penyedia data pertanian utama di Indonesia, yaitu Departemen Pertanian, Badan Koordinasi Survei dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL) dan Badan Pusat Statistik (BPS) [1]. Kekisruhan informasi pangan merupakan kendala yang perlu diminimalkan melalui upaya pembangunan basis data yang baku dan dapat diperbaharui secara berkala.

Salah satu pokok persoalan munculnya perbedaan data antar instansi tersebut terkait dengan perbedaan metode perolehan data yang digunakan oleh ketiga institusi tersebut serta peran data spasial dalam pengumpulan data tersebut. Indonesia secara umum masih menganut paham pengumpulan data berbasis daftar (*list-frame*) yang sangat sulit direkonstruksi setelah dilakukan agregasi data. Pelacakan kesalahan juga relatif sulit dilakukan tanpa struktur akuisisi data yang memadai.

Pendekatan *list-frame* secara perlahan-lahan telah mulai ditinggalkan, digantikan dengan pendekatan *area-frame*. Pendekatan terakhir membutuhkan data spasial yang sangat besar, utamanya dari data penginderaan jauh. Pemanfaatan data spasial menjadikan kendala rekonstruksi dan pelacakan ulang dapat diminimalkan.

Berbagai data penginderaan jauh dapat dimanfaatkan pada berbagai aspek pemantauan tanaman pangan. Telaah umum pemanfaatan ini disajikan oleh Van Niel dan McVicar [2], yang secara umum memilah pemanfaatan tersebut menjadi enam kelompok. Mengingat pertanian padi secara umum memiliki dampak lingkungan yang cukup serius, yaitu pelepasan gas metana yang termasuk gas rumah kaca [3], maka keenam kelompok tersebut perlu diperluas dengan menambahkan aspek lingkungan.

Fungsi-fungsi pertama dari pengelompokan van Niel dan McVicar terkait dengan identifikasi dan pemetaan tanaman pangan, terutama padi. Berbagai citra penginderaan jauh perlu ditelaah untuk keperluan tersebut, baik pada kelompok pencitra aktif (*Synthetic Aperture Radar*, SAR) dan pencitra pasif (optik).

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) saat ini sedang mengoperasikan satelit penginderaan jauh LAPAN-TUBSAT sebagai generasi pertama misi pemantauan bumi. Program tersebut dalam waktu dekat ini akan dikembangkan pada rekayasa LOSAT yang direncanakan akan diluncurkan pada tahun 2011. Program LOSAT menjadi kunci penting ujicoba misi penginderaan jauh Indonesia dalam aplikasi sumberdaya alam.

Salah satu misi penting pada LOSAT adalah uji kemampuan sensor dalam bidang pertanian pangan. Dalam mendukung fungsi tersebut, studi ini secara spesifik ditujukan untuk menelaah kemampuan data LOSAT dalam mendukung pemetaan dan pemantauan lahan sawah. Pengujian ini menjadi sangat penting mengingat LOSAT dirancang dalam wahana satelit mikro yang memiliki keterbatasan tempat dan bobot sensor pengindera.

## 2. Metode Penelitian

Sebagai konsekuensi dari keterbatasan tempat, LOSAT dirancang hanya memiliki 3 kanal pengindera dengan spesifikasi yang mirip dengan sensor *Thematic Mapper* pada satelit Landsat (Tabel 1). Berdasarkan data spesifikasi sensor yang disediakan oleh Pusat Teknologi Elektronika Dirgantara LAPAN, maka disusun suatu data simulasi yang akan diujicobakan penerapannya pada lahan sawah sesuai tujuan penelitian.

Data simulasi mengambil tempat di wilayah Krian, Sidoarjo, Jawa Timur. Penetapan ini dilakukan dengan mempertimbangkan pola kepemilikan lahan pada wilayah tersebut yang sempit (kurang dari 0,5 hektar). Pola penanaman yang tidak seragam menjadikan wilayah tersebut cukup representatif untuk pengujian algoritma klasifikasi terbimbing (*supervised classification*).

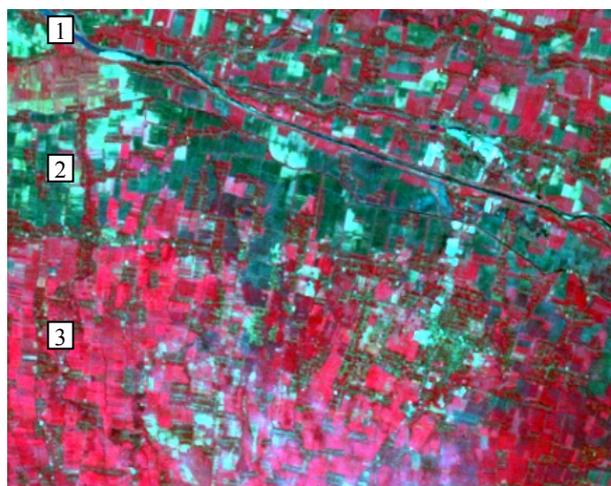
Analisis awal data simulasi dilakukan dengan menelaah pola kenampakan secara visual. Dengan memanfaatkan konstruksi citra komposit warna palsu (*false color composite*; Gambar 1), berbagai kenampakan pertumbuhan padi dapat diinterpretasi dengan cukup jelas.

Berdasarkan analisis visual dan dilengkapi dengan informasi tambahan, terdapat lima kelas pertumbuhan yang dapat diidentifikasi, yaitu bera kering, penyiapan lahan (awal musim tanam, bera basah), vegetatif, bunting dan siap panen (akhir musim tanam). Kelas penutupan bera kering secara visual mudah diidentifikasi, yaitu dengan kenampakan berwarna ungu. Kelas lain yang mudah diinterpretasi adalah bera basah. Sementara itu, kendala dan tantangan yang sangat serius adalah interpretasi komponen vegetasi.

Mengingat data tambahan cukup menunjang, analisis utama dalam rangka memetakan berbagai kondisi sawah adalah klasifikasi terbimbing. Berbagai metode klasifikasi terbimbing telah banyak dijumpai di literatur, antara lain Kemungkinan Maksimum (*Maximum Likelihood*) yang telah menjadi perangkat baku. Namun demikian, metode ini telah ditunjukkan secara konsisten kurang berhasilguna dibandingkan dengan metode pohon keputusan [4]. Metode klasifikasi yang diujikan pada penelitian ini adalah metode pohon keputusan QUEST (*Quick, Unbiased and Efficient Statistical Tree*) [5-6].

Tabel 1. Spesifikasi LOSAT

Kanal	Lebar Pita (Bandwidth)	Ekuivalensi pada <i>Thematic Mapper</i>
1 (Inframerah dekat)	0,77 – 0,90 $\mu\text{m}$	4
2 (Merah)	0,63 – 0,69 $\mu\text{m}$	3
3 (Hijau)	0,52 – 0,60 $\mu\text{m}$	2



Gambar 1. Citra Komposit dengan Kombinasi Kanal 3 (Merah), 2 (Hijau) dan 1 (Biru)

Berdasarkan masing-masing kelas penutupan, 1000 buah piksel dipilih dalam proses pengambilan contoh. Piksel-piksel tersebut kemudian dipilah menjadi dua bagian. Bagian pertama digunakan untuk melakukan *training* dan membangun pohon keputusan dengan jumlah contoh sebesar 75 persen. Sedangkan sisanya digunakan untuk menguji akurasi klasifikasi. Pada publikasi sebelumnya, kombinasi 75:25 persen telah ditunjukkan cukup layak digunakan [7]. Akurasi klasifikasi ditelaah menggunakan peubah akurasi pengguna (*user's accuracy*) seperti yang disarankan Congalton dan Green [8].

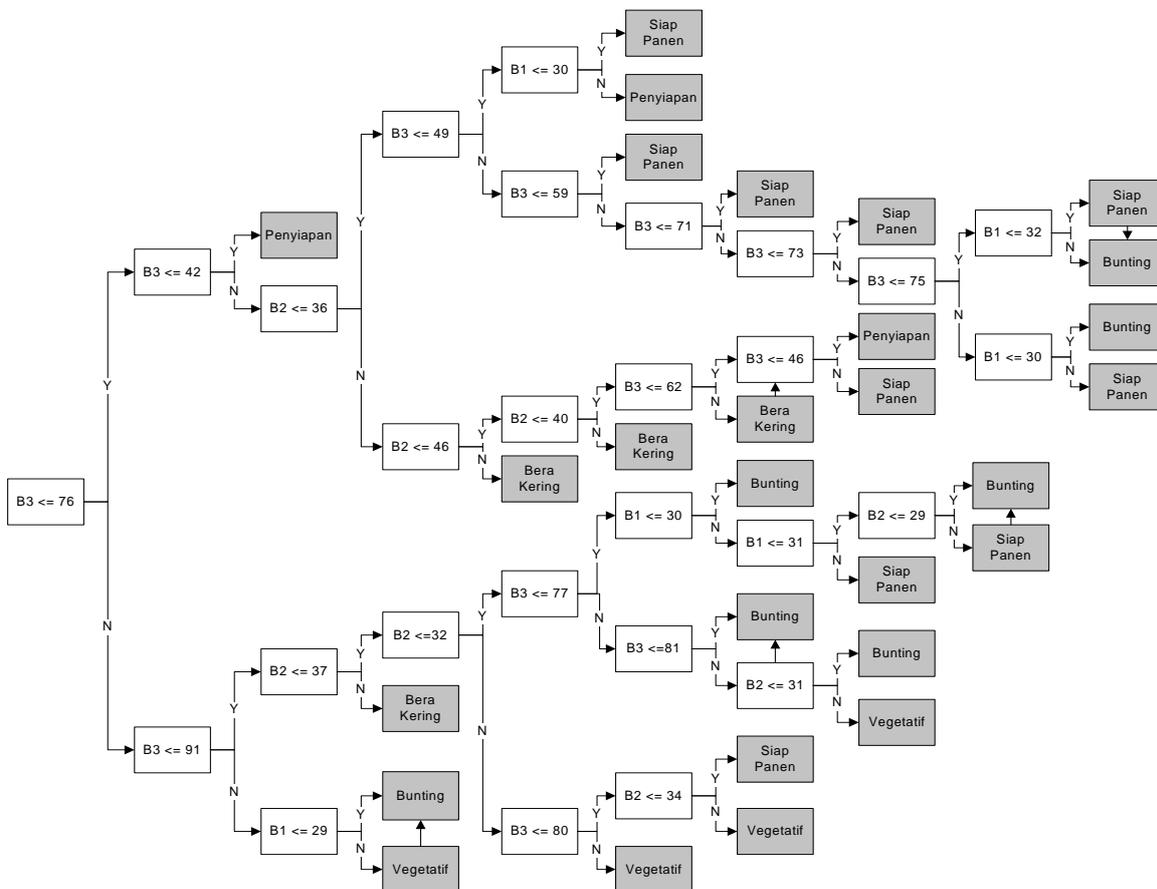
### 3. Hasil dan Pembahasan

Pemetaan kondisi lahan sawah merupakan tantangan bagi komunitas penginderaan jauh. Berbagai penelitian pendahuluan telah dilakukan dengan beragam jenis data, baik optik maupun SAR. Pemanfaatan data hiperspektral juga telah diujicobakan [9]. Kondisi tersebut menjadi semakin menantang dengan munculnya paradigma pembangunan satelit mikro orbit ekuator yang saat ini dianut oleh LAPAN. Mengingat keterbatasan sistem pengindera dan data yang dihasilkannya, berbagai aktivitas pengujian pada berbagai kondisi sawah perlu dilakukan.

Ditinjau dari citra komposit yang dihasilkan (Gambar 1), sistem sensor LOSAT memiliki peluang cukup baik dalam menyediakan data status perkembangan tanaman padi. Hasil analisis QUEST pada data simulasi LOSAT berupa pohon keputusan disajikan pada Gambar 2. Terlihat pada gambar tersebut, pohon keputusan yang dibuat cukup kompleks. Pada penelitian ini tidak dilakukan metode *pruning* untuk melihat lebih jauh kompleksitas pohon keputusan yang dibuat oleh algoritma QUEST.

Secara umum terlihat bahwa spektrum gelombang inframerah dekat (*near infrared*) yang direpresentasikan oleh kanal ketiga merupakan data yang penting dalam memulai inisiasi pemisahan obyek. Hal ini merupakan konfirmasi dari hasil temuan terdahulu menggunakan data *Landsat Thematic Mapper* dan *Enhanced Thematic Mapper+* [4]. Hal ini mengindikasikan bahwa kontribusi spektrum tersebut sangat penting dan sangat dibutuhkan dalam aplikasi pertanian.

Kanal pertama yang sensitif terhadap kelembaban permukaan juga memberikan informasi yang penting dalam pembedaan spektral kelas penyiapan dan siap panen. Pada tahapan penyiapan lahan, keseluruhan lahan sawah tampak memiliki kelembaban yang tinggi karena tergenang air.



Gambar 2. Pohon Keputusan yang Diturunkan dari Algoritma QUEST

Melalui pengaplikasian pohon keputusan yang telah dibuat pada seluruh wilayah studi, analisis kelayakan informasi dapat ditelaah. Hasil simulasi yang dilakukan menunjukkan akurasi total yang baik (91,44%). Hal ini secara tidak langsung menunjukkan bahwa spesifikasi LOSAT yang ditetapkan LAPAN dapat digunakan untuk tujuan pemetaan status penanaman lahan sawah dengan tingkat akurasi yang cukup baik. Informasi ini menjadi sangat penting mengingat LOSAT memiliki jumlah kanal yang terbatas. Temuan ini mengindikasikan bahwa walaupun jumlah kanal cukup terbatas, dengan pemilihan metode analisis data yang sesuai, maka hasil yang cukup baik dapat diperoleh.

Data LOSAT diindikasikan dapat digunakan untuk mengklasifikasikan secara detil fase perkembangan padi, dalam hal ini 5 fase penting (Tabel 2). Informasi yang dapat diturunkan dari data LOSAT tersebut jauh melebihi kebutuhan dasar, yaitu luas tanam (penyiapan lahan) serta data luas panen (untuk estimasi produksi). Dengan demikian, tersirat bahwa spesifikasi LOSAT mampu memberikan informasi yang cukup berdayaguna dan dapat dikerjakan dalam waktu yang relatif singkat.

Seperti terindikasi pada citra komposit (Gambar 1), fase bera kering dan basah (tahap penyiapan lahan) dapat diidentifikasi melalui analisis visual dengan baik. Pada analisis kuantitatif yang dilakukan dengan memanfaatkan metode QUEST, hal tersebut juga direfleksikan dengan tingginya akurasi untuk kedua fase tersebut. Seperti juga pada kasus yang telah dilaporkan sebelumnya, kendala yang cukup signifikan terdapat pada upaya pemisahan fase-fase pertumbuhan tanaman padi.

Fase vegetatif dapat dipisahkan dengan baik dengan bantuan kanal 2 dan 3. Kombinasi dari kanal tersebut dapat dimanfaatkan untuk menelaah kehijauan daun melalui algoritma *normalised difference vegetation index* (NDVI). Fase vegetatif, yang merupakan masa pertumbuhan vigor tanaman, memiliki tingkat kehijauan yang tinggi. Kondisi ini sangat berbeda dengan fase generatif dimana pertumbuhan tanaman berhenti dan beralih ke proses pembungaan sampai pengisian malai. Pada fase tersebut, tingkat kehijauan akan menurun secara drastis sehingga memungkinkan diidentifikasi dari sensor penginderaan jauh.

Berdasarkan Tabel 2 juga diindikasikan bahwa kendala penting yang perlu diperhatikan pada spesifikasi sensor LOSAT berada pada upaya pemisahan fase bunting dan siap panen. Walaupun akurasi yang telah dicapai dengan data simulasi menunjukkan akurasi yang cukup baik, yaitu lebih dari 80%, kondisi ini perlu ditelaah ulang menggunakan berbagai varian analisis yang tersedia.

Melalui pemanfaatan teknologi sistem informasi geografis, data analisis citra penginderaan jauh dapat ditransformasikan menjadi peta tematik vektor sehingga

**Tabel 2. Akurasi Berbagai Fase Pertumbuhan Padi**

Penutupan Lahan	Akurasi (%)
Bera Kering	96,85
Penyiapan	100,00
Vegetatif	94,59
Bunting	85,15
Siap Panen	81,11

**Tabel 3. Status dan Luasan Penutupan**

Penutupan Lahan	Luasan (hektar)
Bera Kering	2095,9
Penyiapan	3103,8
Vegetatif	1946,2
Bunting	1729,2
Siap Panen	6678,7

mudah dikelola dan didiseminasikan. Gambar 3 merupakan hasil konversi bentuk raster (data penginderaan jauh) ke format vektor yang banyak digunakan di Indonesia untuk tujuan penyajian dan manajemen informasi spasial. Informasi tambahan berupa luasan fase pertumbuhan padi dalam hektar disajikan pada Tabel 3.

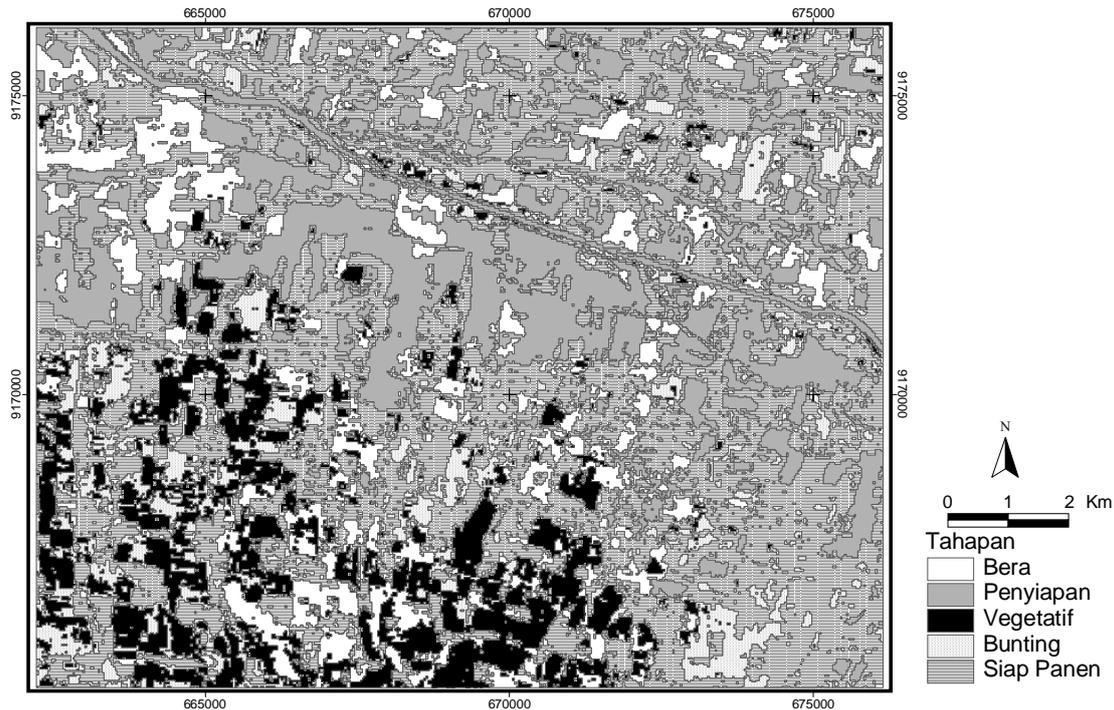
Spesifikasi LOSAT yang mirip dengan sistem sensor Landsat memberikan keuntungan bagi calon pengguna di Indonesia. Selain dapat digunakan sebagai penyedia data fase pertumbuhan padi seperti yang ditunjukkan dalam studi ini, spesifikasi tersebut dapat diujikan pada aspek lain yang sebelumnya memanfaatkan data Landsat seperti analisis perubahan penggunaan lahan [10] dan ekosistem pegunungan [11].

#### 4. Simpulan

Makalah ini menyajikan hasil evaluasi spesifikasi satelit mikro LOSAT yang dikembangkan oleh LAPAN untuk aplikasi pertanian, terutama pada upaya pemantauan dan pemetaan berbagai fase pertumbuhan padi. Evaluasi ini penting untuk mengkaji kemampuan dan kendala dari desain misi pemantauan bumi yang penting dipelajari sebelum satelit tersebut diluncurkan.

Walaupun dengan spesifikasi yang terbatas, mengingat kendala ruang dan bobot satelit, data simulasi LOSAT menunjukkan kinerja yang baik untuk pemetaan variasi kondisi sawah. Beberapa fase seperti bera kering dan tahap penyiapan lahan bahkan dapat diidentifikasi dengan sangat baik, terlihat dari akurasi klasifikasi yang mencapai lebih dari 95%. Demikian juga dengan fase vegetatif yang berhasil diidentifikasi dengan baik (mendekati 95%).

Namun demikian, beberapa kendala terutama pada fase generatif masih perlu ditelaah lebih lanjut walaupun hasil yang diperoleh pada penelitian ini cukup baik



Gambar 3. Peta Tahapan Pertumbuhan Padi

untuk implementasi. Berbagai kemajuan metode klasifikasi numerik pada saat ini perlu dipelajari dan diimplementasikan pada data simulasi tersebut untuk mengkaji kinerja masing-masing metode.

### Ucapan Terima Kasih

Para penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan moral dari berbagai pihak, terutama Dr. Toto M. Kadri, Kepala PUSTEKELEGAN-LAPAN, serta Dr. Anas M. Fauzi, Wakil Rektor IPB bidang Riset dan Kerjasama. Sebagian penelitian ini secara finansial didukung oleh Proyek Penelitian KKP3T, Departemen Pertanian melalui kontrak nomor 662/LB.620/I.1/2/2009.

### Daftar Acuan

- [1] M.A. Raimadoya, Nurwadjadi, Sem. Nas. Strategi Penanganan Krisis Sumberdaya Lahan untuk Mendukung Kedaulatan Pangan dan Energi (2009) 15.
- [2] T.G. van Niel, T.R. McVicar, Remote Sensing of Rice-based Irrigated Agriculture: A Review, Rice-CRC, Canberra, 2001, p. 52.
- [3] Q. Zhuang, J.M. Melack, S. Zimov, K.M. Walter, C.L. Butenhof, M.A.K. Khalil, EOS. 90 (2009) 37.
- [4] D.R. Panuju, E. Rustiadi, I. Carolita, B.H. Trisasongko, Susanto, Proc. Geo-Mar. Res. Forum (2007) 45.
- [5] W-Y. Loh, Y-S. Shih, Stat. Sinica 7 (1997) 815.
- [6] H. Kim, W-Y. Loh, J. Am. Stat. Assoc. 96 (2001) 598.
- [7] A.H.A. Syafril, B. Tjahjono, B.H. Trisasongko, D.R. Panuju, Sem. Geomatika-SAR Nasional (2009) 84.
- [8] R.G Congalton, K. Green, Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices, 2<sup>nd</sup> ed., CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2009, p. 183.
- [9] M. Evri, M. Sadly, K. Kawamura, Sem. Geomatika-SAR Nasional (2009) 41.
- [10] B.M. Sukojo, D. Susilowati, J. Makara Seri Teknologi 7 (2003) 1.
- [11] B.M. Sukojo, J. Makara Seri Teknologi 7 (2003) 63.