

APLIKASI TEKNOLOGI PENGINDERAAN JAUH DAN UJI VALIDASINYA UNTUK DETEKSI PENYEBARAN LAHAN SAWAH DAN PENGGUNAAN/PENUTUPAN LAHAN

Dwi Nowo Martono

PUSDATA-LAPAN

Jl. Pemuda Persil No.1 Jakarta 13220

Telepon (021) 4892802 Fax. 4892815

ABSTRAKSI

Satellite remote sensing data provide up to date valuable information on landuse/cover existing condition. Developing standardized and methodology with sufficient accuracy, for assessment the spatial distribution of agricultural land is prime needed. Landsat Thematic Mapper were used to detect and assess the spatial distribution of wetland rice and land use/ cover in Lampung Province as a case study by applying digital analysis Hybrid (supervised) classification approach.

To validate or the accuracy detection is to used a statistically approach sampling design (which are consist of point sampling accuracy and area sampling accuracy) in the selected sample blocks and sample segments. Area sampling accuracy mainly stressed to assess the accuracy wetland rice spatial distribution.

To determine the correctness of land use/ cover types is assigned to that pixel matches the true classification of ground segment observation represented by pixel value of digital satellite images. The result of land use/ cover analysis and classification were compared with the ground data observation contain accuracy detection ranging from 76,7 % (bushes) and 100% (forest). Wetland rice accuracy detection have about 84,5% accuracy. Wetland rice spatial distribution analysis over the segments and sample blocks, were compared with the ground data assessment and observations have only less than 6% and 21,7% deviation in flat areas and sloping areas respectively. Increasing on slope steepness, and the variety plant growth/ vegetation will be followed by increasing deviation. High accuracy detected existing agricultural land use very helpful for strengthening food security and site selection potential areas for agricultural commodities extensification.

Keywords: *remote sensing, detection, digital analysis, Wetland rice, landuse/cover, accuracy assessment*

1. PENDAHULUAN

Penginderaan jauh merupakan suatu ilmu atau teknologi untuk memperoleh informasi atau fenomena alam melalui analisis suatu data yang diperoleh dari hasil rekaman obyek, daerah atau fenomena yang dikaji. Perekaman atau pengumpulan data penginderaan jauh (inderaja) dilakukan dengan menggunakan alat pengindra (sensor) yang dipasang pada pesawat terbang atau satelit (Lillesand dan Keifer, 1994). Teknologi Penginderaan Jauh (Inderaja) semakin berkembang melalui kehadiran berbagai sistem satelit dengan berbagai misi dan teknologi sensor. Aplikasi satelit penginderaan jauh telah mampu memberikan data/informasi tentang sumberdaya alam dataran dan sumberdaya alam kelautan secara teratur dan periodik.

Salah satu keuntungan dari data citra satelit untuk deteksi dan inventarisasi sumberdaya lahan pertanian adalah setiap lembar (scene) citra ini mencakup wilayah yang sangat luas yaitu sekitar 60–180 km² (360.000–3.240.000 ha). Dengan mengamati daerah yang sangat luas sekaligus, beserta keadaan lahan yang mencakup topografi/relief, pertumbuhan tanaman/ vegetasi dan fenomena alam yang terekam dalam citra memberi

peluang untuk mengamati, mempelajari pengaruh iklim, vegetasi, litologi dan topografi terhadap penyebaran sumberdaya lahan dan lahan pertanian (Puslit. Tanah dan Agroklimat, 2000). Ketersediaan data Inderaja/citra satelit dalam bentuk digital memungkinkan penganalisaan dengan komputer secara kuantitatif dan konsisten. Selain itu data Inderaja dapat digunakan sebagai input yang independen untuk verifikasi lapangan (Rubini Atmawidjaja, 1995). Dengan teknologi Inderaja, penjelajahan lapangan dapat dikurangi, sehingga akan menghemat waktu dan biaya bila dibanding dengan cara teristris di lapangan. Pemanfaatan teknologi Inderaja di Indonesia perlu lebih dikembangkan dan diaplikasikan untuk mendukung efisiensi pelaksanaan inventarisasi sumberdaya lahan/tanah dan identifikasi penyebaran karakteristik lahan pertanian (lahan sawah, lahan kering, lahan rawa, lahan tidur, lahan kritis, estimasi produksi) terutama pada wilayah sentra produksi pangan.

Keragaman data dan informasi lahan pertanian dan produksinya mulai dirasakan pada tahun 1980-an (Ditjen TPH, 1998). Penyebaran, kondisi serta perubahan lahan pertanian tidak dapat diketahui secara pasti tanpa bantuan teknologi yang lebih maju. Laju pertumbuhan penduduk yang tinggi

(1,6% per tahun) menyebabkan perubahan penggunaan lahan dengan cepat (Adimihardja et al., 2004), sehingga inventarisasi dan pemantauan penggunaan lahan yang dilaksanakan secara teristris (ground base method) sering tidak dapat mengikuti laju perubahannya. Dalam usaha pemantapan ketahanan pangan dan pengadaan stok pangan nasional, pada era globalisasi informasi dituntut ketepatan, kecepatan penyampaian data sumberdaya pertanian. Teknologi Inderaja memungkinkan untuk digunakan dalam deteksi penyebaran lahan pertanian, dan hasilnya merupakan sumber informasi utama dalam pemutakhiran dan pembaharuan (updating) data sumberdaya pertanian. Sehubungan dengan hal tersebut Departemen Pertanian cq. Pusat Data dan Informasi Pertanian, Setjen Dep. Pertanian telah membentuk Kelompok Kerja (Pokja) Pengembangan Model Sistem Produksi Pertanian (padi sawah) Menggunakan Teknologi Inderaja, yang anggotanya terdiri dari berbagai institusi terkait, yaitu: Puslitbang Tanah dan Agroklimat, Badan LitbangPertanian; BPPTeknologi; Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN); Badan Pusat Statistik (BPS) dan Ditjen Tanaman Pangan dan Hortikultura. Tulisan ini mengemukakan Aplikasi teknologi Inderaja dan uji validasinya untuk deteksi penyebaran lahan sawah dan tipe penggunaan/penutupan lahan yang merupakan sebagian hasil dari kelompok kerja tersebut.

2. METODE

Analisis data Inderaja merupakan suatu kegiatan untuk mengenali kembali segala kenampakan obyek yang berhasil ditangkap oleh alat sensor yang dibawa satelit. Kenampakan citra dalam penyajian detil/data dipengaruhi oleh tingkat resolusi. Resolusi adalah daya pisah citra, yakni ukuran terkecil obyek yang masih dapat dikenali citra. Makin kecil obyek yang dapat dikenali atau makin tinggi resolusinya, kualitas citra semakin baik. Untuk citra satelit Landsat Thematic Mapper (TM) mempunyai resolusi 30 x 30 meter (satu pixel=pixel element) artinya obyek yang ukurannya lebih kecil dari 30 m tidak dapat dikenali (tidak tampak) dalam citra, sehingga lahan sawah yang ukurannya kurang dari 30x30 meter tidak akan tampak/dikenali pada citra satelit.

Penggunaan lahan tidak dapat langsung dikenali pada citra satelit, tetapi melalui vegetasi atau tanamannya. Salah satu kunci interpretasi yang penting untuk mengenali adanya lahan sawah di suatu daerah adalah identifikasi tanaman padi. Tanaman padi dikenali di dalam analisis citra satelit melalui fase pertumbuhannya, yang terdiri atas: fase air (pengolahan tanah/penggenangan), fase vegetatif, fase malai/ pengisian butir, fase panen dan fase bera (pasca panen). Dengan demikian sawah mempunyai kenampakan yang selalu berubah-ubah.

Tahapan analisis citra satelit untuk deteksi dan estimasi luas area lahan sawah dan tipe penggunaan/penutupan lahan serta estimasi akurasi hasil analisis adalah seperti berikut ini:

Memilih Kombinasi Band

Gelombang elektromagnetik yang digunakan sebagai media untuk merekam data/obyek mencakup gelombang tampak mata (*visible light*) dan merah infra (*infra red*), yang kemudian dikelompokkan kedalam wilayah wilayah yang lebih sempit dengan kisaran panjang gelombang tertentu, yang disebut band, channel atau saluran.

Dalam analisis atau klasifikasi data digital citra satelit perlu dicari gabungan (*composite*) dari 3 band yang tampilan datanya dapat memberikan gambaran dan detil informasi yang jelas dan tajam tentang penggunaan lahan/vegetasi, tanaman termasuk lahan pertanian. Pemilihan kombinasi band yang cocok untuk identifikasi penggunaan/penutupan lahan dapat dilakukan dengan menghitung nilai 'Optimum Index factor'. Formula untuk menghitung nilai Optimum index Factor (OIF) adalah sebagai berikut:

$$OIF = \frac{\sum_{k=1}^3 sk}{\sum_{j=1}^3 \text{abs}(r_j)}$$

dimana : sk = standard deviasi untuk band k
 $\text{abs}(r_j)$ = adalah nilai absolut dari koefisien korelasi diantara 3 band yang dinilai

Menurut Mas dan Ramirez (1996), nilai optimum indeks faktor tertinggi akan memberikan informasi terbanyak (keragaman terbesar) dengan duplikasi terkecil, sehingga memberikan informasi yang lebih banyak.

Analisis Data Digital Citra Satelit Sesuai dengan Kombinasi Band terpilih

Analisis citra satelit untuk identifikasi dan inventarisasi lahan sawah dan penggunaan/penutupan lahan, dilakukan dengan integrasi beberapa metode pendekatan: (i) klasifikasi berdasarkan perbedaan nilai spektralnya (unsupervised classification), (ii) klasifikasi terbimbing (supervised classification) dengan menggunakan input data/informasi acuan yang dianggap benar (hasil pengamatan lapangan dan referensi peta). Hasil kedua klasifikasi tersebut, kemudian digabungkan sehingga dalam analisis dan klasifikasi citra telah mempertimbangkan masukan keterpisahan nilai spektral dan data informasi lapangan (hibrid classification). Analisis tersebut secara komputer menggunakan paket Program

pengolah data citra: Erdas Imagine versi 8.2 dan ER Mapper versi 6.0.

Dalam proses analisis terlebih dahulu dibuat daerah-daerah kunci (key areas) yang selanjutnya merupakan daerah-daerah contoh dan "file signature". Daerah contoh (sample areas) adalah contoh informasi kelas-kelas penggunaan/penutupan lahan yang diklasifikasikan sebagai sawah, hutan, kebun campuran, tambak, pertanian lahan kering (tegalan), permukiman, perkebunan dsb. Signature adalah satu set data statistik yang berupa kisaran nilai spektral/pixel (pixel element) yang mendefinisikan sebuah daerah contoh/obyek. Signature tersebut digunakan untuk mengklasifikasi citra, sehingga signature file digunakan dalam proses klasifikasi. Dalam "signature file" ini semua data statistik yang diperlukan tersimpan. Setiap kelas tersebut kemudian dikarakterisasikan kedalam semua band citra satelit (berdasarkan nilai spektralnya) untuk membuat signature (pola spektrum). Dalam pembuatan training sampel, yang dilakukan pertama kali adalah mendigitasi feature (suatu kenampakan tipe penggunaan lahan atau vegetasi) di layar monitor saat "module display" bekerja. Setiap training sample harus berbentuk poligon tertutup yang diberi satu kelas informasi (tipe penggunaan lahan tertentu) berupa nilai pixel antara 0-255. Sebaiknya setiap training sample luasan minimalnya mencakup pixel berjumlah sepuluh kali jumlah band yang dipakai untuk klasifikasi (Barbosa et al., 1996; Diyono dan Bambang Suyudi, 2000).

Setelah semua strata lahan pertanian penggunaan lahan yang akan diklasifikasi diambil contoh nilai pixelnya dan dibuat file signature-nya, serta telah diuji "keterpisahannya dan homogenitasnya" proses klasifikasi barudapat dilaksanakan. Setelah proses analisis dan klasifikasi citra satelit selesai, hasilnya perlu dicek dan disempurnakan berdasarkan data penggunaan lahan/vegetasi hasil pengamatan lapangan. Lokasi plot-plot sampel pengamatan lapangan ini sedapat mungkin dilakukan di daerah yang aksesibilitasnya tinggi dan dapat mewakili semua kelas yang ada, sehingga informasi mengenai kondisi lahan pertanian dan penggunaan lahan lainnya dapat diketahui dan dimonitor secara cepat dan mudah.

Validasi lapangan (ground truth) dilakukan untuk mengecek kebenaran hasil analisis, mencakup: pengamatan keadaan lahansawah, dan penggunaannya (bero, pengolahan tanah, tanam, siap panen), dan jenis penggunaan lahan/vegetasi di sekitarnya (Murthy et al., 1995). Posisi geografis lokasi pengamatan ditentukan dengan mengukur koordinat lokasi pengamatan di lapangan menggunakan alat GPS (Global Positioning System) Logging System. Data/informasi hasil pengamatan lapangan di daerah plot-plot sample

akan diolah dan di "match" dengan data citra satelit untuk sumber informasi utama dalam menyempurnakan hasil analisis dan klasifikasi penggunaan/penutupan lahan.

Estimasi Tingkat Ketelitian Hasil Analisis

Estimasi tingkat ketelitian hasil analisis dilakukan secara statistik (random sampling). Uji ketelitian/kebenaran analisis dan klasifikasi dalam deteksi lahan sawah dan penggunaan/penutupan lahan digunakan pendekatan 'point sampling accuracy' berdasarkan 'confusion matrix' untuk menguji kebenaran hasil deteksi dan klasifikasi pada citra dan kondisi di lapangan. Uji ketelitian analisis dalam deteksi lahan sawah dan penyebarannya antara hasil analisis dan kondisi di lapangan digunakan pendekatan 'area sampling accuracy' berdasarkan stratified random sampling.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Analisis Spasial Kuantitatif

Jenis-jenis lahan sawah dan kenampakannya pada citra satelit

Sawah merupakan tipe penggunaan lahan yang pengelolaannya memerlukan genangan air. Oleh karena itu sawah selalu mempunyai permukaan datar atau yang didatarkan (dibuat teras), di samping itu mempunyai pematang untuk menahan air genangan. Berdasarkan sumber air yang digunakan dan keadaan genangannya, sawah dapat dibedakan menjadi sawah irigasi, sawah tadah hujan, sawah lebak dan sawah pasang surut. Tanaman utama lahan sawah adalah padi. Tetapi kenyataannya sawah juga ditanami palawija, sayur-sayuran, tebu, tembakau dan lain-lain, baik secara rotasi maupun tumpang sari. Semua ini bergantung pada ketersediaan air dan juga karena permintaan pasar.

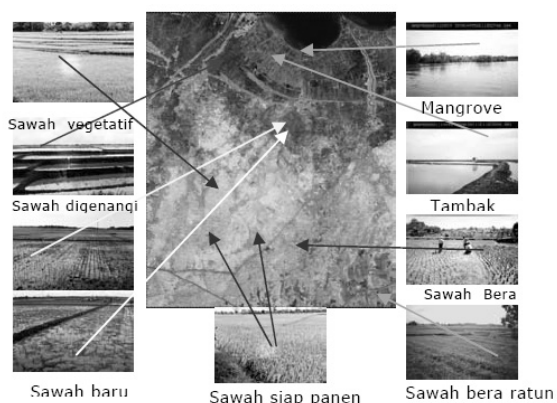
Indikator lain atau fenomena umum yang dapat dipergunakan sebagai ciri atau indikasi keberadaan lahan sawah antara lain sebagai berikut:

- Kenampakan vegetasi: yaitu adanya kebun campuran dan perkarangan/permukiman (umumnya didominasi oleh tanaman tahunan atau buah-buahan). Biasanya petani tinggal di daerah permukiman yang dekat dengan lahansawah yang mereka garap.
- Kenampakan buatan: yaitu adanya bangunan seperti waduk, dam/bendungan, saluran irigasi, jarring-jarring jalan. Sarana ini merupakan sarana penunjang dalam produksi padi.

Ciri-ciri kenampakan tersebut di atas digunakan sebagai acuan (guide) dalam analisis untuk pengenalan sawah. Untuk memudahkan pengenalan (detection) lahan sawah dan tanaman padi pada citra satelit dilakukan pemilihan kombinasi atau gabungan (tiga) band. Hasil perhitungan nilai OIIF citra satelit Landsat TM yang dianalisis dan

digunakan dalam indentifikasi lahan sawah disajikan pada Lampiran 1. Nilai OIF tertinggi hasil perhitungan berturut-turut adalah kombinasi band 5,4 dan 3 kombinasi band 5,4 dan 2 dan kombinasi band 5,4 dan 1 dengan nilai IOF berturut-turut 77,36; 68,53 dan 67,68. Data digital dengan ketiga kombinasi band tersebut bila didisplay dengan menggunakan filter standard (merah, hijau dan biru) akan menghasilkan tampilan mendekati warna sebenarnya (nearly true color) sehingga memudahkan interpreter dalam mengenal obyek untuk mendeteksi lahan sawah, dan tanaman padi dan berbagai tipe penggunaan/lainnya.

Gambar kenampakan lahan sawah dan tanaman padi pada citra satelit Landsat Thematic Mapper Gabungan band 5,4, dan 3 disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tampilan Kenampakan Lahan Sawah pada Citra Satelit Landsat Thematic Mapper Gabungan band 5,4, dan 3 dan Kondisi Lahan Sawah di Lapangan.

Sawah irigasi dengan pola tanam dua kali dalam setahun dapat dikenali dengan mudah dari 2 citra yang direkam dalam musim yang berbeda yaitu citra musim penghujan dan kemarau yang direkam pada saat tanaman padi dalam fase air. Pola jaringan irigasi primer diantara lahan sawah umumnya dapat dikenali dengan jelas. Sawah irigasi yang hanya ditanami padi sekali setahun pada citra musim kemarau tidak tampak adanya tanaman padi fase air. Sawah tadah hujan hanya dapat ditanami padi sekali dalam setahun pada musim penghujan, sehingga pada musim kemarau akan tampak berotak atau tampak adanya tanaman palawija bila kondisi air tanah di daerah itu mencukupi.

Tabel 1. Kenampakan Fase-Fase Pertumbuhan Padi dan Nilai Reflektansi pada Citra Satelit Landsat TM Band 5,4, dan 3

Fase pertumbuhan/ umur tanaman	Kenampakan pada kombinasi band 5,4 dan 3	Nilai reflektansi rata-rata pada			
		Band 5	Band 4	Band 3	Band 2
Sawah bera	Merah coklat	120	59	56	40
Sawah diolah / digenangi	Biru muda	9	30	37	44
Padi fase air (0-5 minggu)	Biru tua- hijau, cyan	9	26	35	42
Padi fase vegetatif (6-11 minggu)	Hijau	55	89	20	28
Padi fase malai (11-14 minggu)	Hijau kekuningan	55	76	25	30
Padi fase panen (14-18 minggu)	Kuning- kehijauan, kuning	56	64	32	33

Sumber: Suryanto *et al.*, 2000 catatan: nilai reflektansi citra terendah 0 (berwarna hitam/gelap) dan tertinggi 255 (berwarna putih)

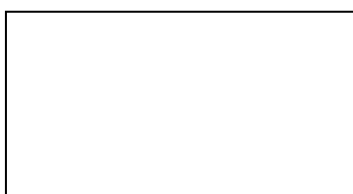
Tidak adanya tanda-tanda jaringan irigasi dan sumber air merupakan ciri utama sawah tadah hujan. Untuk mendeteksi lahan sawah lebak diperlukan citra rekaman data musim penghujan dan musim kemarau. Hasil rekaman musim penghujan akan tampak seluruh areal sawah lebak dalam kondisi tergenang, dan pada citra hasil rekaman musim kemarau, dimana air genangan mulai surut, maka tampak adanya tanaman padi, yang dimulai dari lebak pematang sampai lebak dalam. Citra satelit hasil rekaman musim kemarau dapat digunakan untuk memisahkan rawa dengan genangan permanen yang berbatasan dengan sawah lebak dan tidak pernah ditanami padi. Sawah pasang surut dapat dikenali pada citra melalui beberapa kenampakan: adanya saluran drainase yang berhubungan dengan sungai besar, dan lokasinya relatif dekat dengan daerah pantai. Nilai reflektansi kondisi lahan sawah dan perkembangan pertumbuhan tanaman padi disajikan pada

Deteksi lahan sawah dan klasifikasi penggunaan/penutupan lahan

Hasil analisis citra landsat TM tentang kondisi lahan sawah dan klasifikasi penggunaan/penutupan lahan di daerah Lampung, daerah sekitar Kotaagung-Wonosobo, Kabupaten Tanggamus sebagai perwakilan daerah dataran tinggi, berbukit/bergunung disajikan pada Gambar 2, dan daerah Terbanggi Besar, Lampung Tengah sebagai perwakilan daerah dataran rendah disajikan pada Gambar 3.

Gambar 2 bagian kiri adalah citra landsat TM asli hasil kombinasi gabungan band 5, 4 dan 3, sedang Gambar 2 bagian kanan adalah hasil analisis dan klasifikasi penggunaan/penutupan lahannya. Pada Gambar 2 tersebut tampak adanya variasi kehijauan yang menunjukkan adanya perbedaan intensitas tingkat kehijauan vegetasi atau penutup lahan. Di daerah Bukit Barisan mempunyai kehijauan yang cukup tinggi yang mengindikasikan bahwa daerah ini merupakan daerah hutan lebat, sedangkan di bagian timurnya bervariasi hijau muda, merah muda dan biru yang mengindikasikan hijau muda sebagai hutan jarang/sekunder atau belukar atau kebun campuran, merah muda sebagai lahan terbuka atau tegalan, dan warna biru adalah lahan berkelembaban tinggi (kondisi basah) sebagai sawah yang sedang diolah/digenangi. Perbedaan warna

tersebut sesuai dengan perbedaan kepekaan dari band tertentu terhadap kondisi permukaan lahan. Pada lahan persawahan mempunyai beberapa fase kenampakan, yaitu sawah olah, vegetatif, generatif, dan bera yang umumnya dapat dikenali pada citra dengan baik. Hasil analisis tutupan lahan di lahan sawah yang berdasarkan fase-fase pertumbuhan padi, lalu digabung menjadi lahan sawah. Hal yang sama pada Gambar 3 disajikan hasil analisis citra di wilayah dataran rendah yang sebagian besar berupa lahan pertanian, di daerah Terbanggi Besar, Lampung Tengah. Nilai rata-ran reflektansi (nilai spektrum/pixel) lahan sawah dan berbagai tipe penggunaan/penutupan lahan hasil analisis citra satelit disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 4.



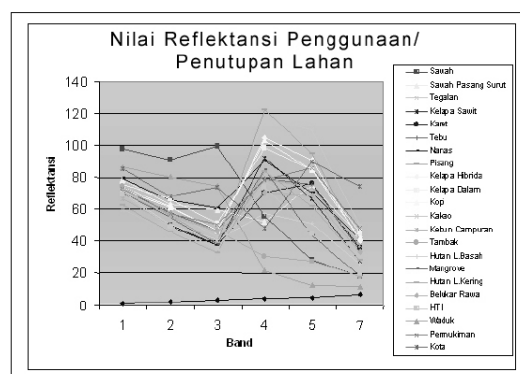
Gambar 2. Identifikasi Lahan Sawah dan Klasifikasi Penggunaan Lahan Hasil Analisis Citra landsat TM, Daerah sekitar Kotaagung-Wonosobo, Tanggamus, Prop. Lampung



Gambar 3. Identifikasi lahan sawah dan klasifikasi penggunaan lahan hasil analisis citra landsat TM, daerah sekitar Terbagi Besar Lampung Tengah

Tabel 2. Nilai Rataan Reflektansi Beberapa Tipe Penggunaan/ Penutupan Lahan di Daerah Lampung

No	Penutup lahan	Band						
		1	2	3	4	5	7	
1	Sawah	97	90	99	55	28	18	
2	Sawah Pasang Surut	78	63	59	52	75	43	
3	Tegalan	71	59	42	117	110	49	
4	Kelapa Sawit	70	50	37	92	66	27	
5	Karet	69	49	37	70	76	35	
6	Tebu	73	58	47	79	75	34	
7	Nanas	79	66	61	90	70	41	
8	Pisang	69	56	38	122	95	41	
9	Kelapa Hibrida	73	61	46	104	90	39	
10	Kelapa Dalam	75	66	51	98	84	46	
11	Kopi	71	61	46	103	84	42	
12	Kakao	59	46	35	76	63	28	
13	Kebun Campuran	66	50	40	78	74	37	
14	Tambak	74	57	46	30	27	18	
15	Hutan L.Basah	70	50	40	56	51	25	
16	Mangrove	70	54	37	84	43	18	
17	Hutan L.Kering	62	45	32	83	61	28	
18	Belukar Rawa	70	56	46	70	68	33	
19	HTI	69	48	35	74	45	19	
20	Waduk	86	80	74	21	12	11	
21	Permukiman	72	57	50	78	85	48	
22	Kota	85	67	74	48	89	74	



Gambar 4. Grafik Nilai Refleksi Beberapa Tipe penggunaan/ Penutupan Lahan di Daerah Lampung

Pada Tabel 2 dan Gambar 4, terdapat kecenderungan nilai reflektansi sebagian besar jenis penggunaan lahan pada band 1, band 2 dan band 7 (kecuali sawah dan waduk) mempunyai kesamaan atau kemiripan nilai pixel dan selang kelasnya kecil/sempit, sehingga penggunaan kombinasi band 1, band 2 dan band 7 tidak akan menghasilkan hasil analisis klasifikasi penggunaan/penutupan lahan yang baik. Pada band 5 dan band 4, terlihat hampir semua jenis penggunaan lahan mempunyai selang kelas nilai pixel dengan jenis penggunaan lahan lainnya yang cukup jelas perbedaannya. Dengan demikian kombinasi gabungan antara band 5 dan band 4 dianggap cukup baik untuk identifikasi dan klasifikasi tipe penggunaan/penutupan lahan. Berdasarkan analisis nilai IOF-nya, ternyata gabungan band 5 dan band 4 dan salah satu band lainnya cukup baik dalam deteksi dan klasifikasi penggunaan/penutupan lahan termasuk untuk deteksi dan klasifikasi lahan sawah dan penyebarannya.

Uji Ketelitian Analisis/Klasifikasi digital Citra satelit

Uji ketelitian sangat penting dalam setiap hasil penelitian dari setiap jenis data penginderaan jauh. Tingkat ketelitian data sangat mempengaruhi besarnya kepercayaan pengguna terhadap setiap jenis data penginderaan jauh. Uji ketelitian analisis untuk deteksi kondisi lahan sawah dan penyebarannya serta klasifikasi jenis penggunaan/penutupan lahan lain dilakukan dengan dua cara yaitu: (1) point sampling accuracy dan (2) area sampling accuracy.

Point sampling accuracy

Uji ketelitian ini mengikuti metode seperti yang telah disarankan oleh Sutanto, (1994) dengan tahapan: (i) melakukan pengecekan lapangan pada beberapa titik sampel yang dipilih dari setiap kelas penggunaan/penutupan lahan, untuk lahan sawah pengecekan dilakukan lebih intensif. Setiap jenis penggunaan/penutupan lahan diambil beberapa sampel area didasarkan atas homogenitas

kenampakannya dan diuji kebenarannya di lapangan, (ii) menilai kecocokan hasil analisis citra indera dengan kondisi sebenarnya di lapangan, dan (iii) membuat matrik perhitungan setiap kesalahan (confusion matrix) pada setiap jenis penggunaan/penutupan lahan dari hasil analisis data digital citra satelit, sehingga diketahui tingkat ketelitiannya.

Ketelitian analisis dibuat dalam beberapa kelas X yang dihitung dengan rumus (Sutanto,1994):

$$MA = \frac{X}{Xc + Xo + Xco}$$

- MA : Ketelitian analisis/klasifikasi
- Xc : Jumlah pixel/site kelas yang benar
- Xo : Jumlah pixel/site kelas X yang masuk ke kelas lain (ommission)
- Xco : jumlah pixel/site kelas X tambahan dari kelas lain (commision)

Perhitungan tingkat ketelitian di daerah kunci (key areas) disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Tingkat Ketelitian Hasil Analisis Citra Satelit berdasarkan Metode Point Sampling Accuracy pada Lahan Sawah dan berbagai tipe Penggunaan/ Penutupan Lahan.

Lapangan	Hasil Interpretasi														Jumlah Kese- luruhan Inter- preta- si (%)	Kete- litian Kese- luruhan (%)			
	Tebu	Karet	TgJ	Sawah	Nanas	Kb.Camp	swit	Bk	Pmk	Kp.dlm	Kp	HTI	Ld	H			HZ	Sm	
Tebu	282																288	4	98.8
Karet		651					22	2									708	27	96.2
Tegaln	5	2	415	11				3	3					1			450	35	92.2
Sawah			14	360			4		2								383	23	94.0
Nanas					41		3										44	3	93.2
Kb camp.		1	3	1		363			12	2	2						384	21	94.5
Sawit	1	11	4	2			444					1					485	21	95.5
Belukar					1	1		23	1								30	7	76.7
Permukiman					3	6			156		1						176	20	88.8
Kp dalam										45							45	0	100.0
Kopi											120	1					121	1	99.2
HTI												6					8	0	100.0
Ld										1			67				68	1	98.3
H														24			24	0	100.0
HZ															6		6	0	100.0
Sm																14	14	0	100.0
Jumlah	288	695	442	378	46	391	466	28	178	47	124	6	62	24	8	17	3202	94.9	
Komisi (pixel)	6	14	27	18	5	28	22	6	22	2	4	0	5	0	2	3			

Pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa tingkat ketelitian analisis dalam mendeteksi lahan sawah adalah 94%, sedangkan tipe penggunaan lahan lainnya berkisar antara 76-100%. Pada lahan sawah, kemiripan nilai pixel atau kesamaan kenampakan (performance) lahan sawah terjadi dengan tegalan, kebun campuran, permukiman dan semak/belukar (lihat tabel 3). Hal ini dimungkinkan pada saat perekaman kesemua jenis penggunaan lahan tersebut sedang ada tanaman dan nilai kehijauan tanaman hampir sama dengan tanaman padi. Untuk jenis penggunaan lahan hutan dapat mencapai tingkat

ketelitian 100%, karena hutan mempunyai tingkat kehijauan dan lokasi yang spesifik sehingga cukup mudah dalam mendeteksi/ analisisnya (lihat Gambar 2).

Area sampling accuracy

Uji ketelitian Area sampling accuracy, hanya dilakukan pada lahan sawah. Di wilayah sampel terpilih dilakukan kajiandan penjelajahan secara mendetil di lapangan atau teristris, untuk mengetahui penyimpangan antara 'luas lahan sawah hasil analisis citra satelit 'dengan' luasannya hasil kajian dilapangan'. Area sampel berupa blok-blok dengan ukuran 10 x 10km atau seluas 10.000 ha (dalam citra satelit berukuran 340 x340 pixel). Setiap wilayah (blok) sampel uji validasi kemudiandibagi dalam 100 segmen. Satu segmen berukuran 1 km x 1 km atau seluas 100 ha. Jumlah sampel segmen yang diamati dandiukur luasnya di lapangan untuk dikaji tingkat kebenaran danketelitian analisis ditentukan secara acak terpilih (stratified random sampling) dan ditetapkan sebesar 5% atau 5 segmendari setiap blok sampel (Gallego, 1995 dan Shushil Pradan,1999). Pengukuran luasan lahan sawah pada sampel perwakilan(segmen), digunakan peralatan Global Positioning System (GPS)dengan cara penjelajahan ke seluruh area segmen. Hasilpengujian dan pengukuran luasan lahan sawah pada setiap sampel segmen disajikan pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 terlihat bahwa secara umum tingkat ketelitian analisis dalam deteksi/identifikasi lahan sawah adalah berkisar antara 67,4% (sawah tadah hujan) sampai 99,9% (sawah lebak) atau dengan ketelitian rata-rata 89,4%. Tingkat ketelitian dalam deteksi lahan sawah pasang surut menempati urutan rata-rata tertinggi yaitu mencapai rata-rata 98,7%. Hal ini dimungkinkan karena lahan sawah pasang surut lokasinya (site) cukup spesifik yaitu relatif dekat pantai dengan indikator penciri pola jaringan irigasi (seperti anjir) yang spesifik pula, sehingga indikator penciri tersebut dapat mendukung tingkat ketelitiannya. Lahan sawah irigasi berlereng >8% cenderung mempunyai tingkat ketelitian rata-rata yang rendah (78,2%). Hal ini mungkin disebabkan karena sistem perekaman data digital citra satelit diasumsikan semua bidang adalah datar, sedangkan pengukuran luas di lapangan dilakukan pada bidang lahan yang melereng dan pada kenyataannya hasil pengukuran di lapangan lebih luas. Dengan demikian, semakin terjal lerengnya, penyimpangan deteksi luasan lahan sawah akan semakin tinggi. Menurut Gallego (1995) dan Sushil Pradan (1999) tingkat ketelitian analisis citra satelit untuk deteksi luas areal lahan pertanian diatas 70% dianggap sudah cukup baik (acceptable result). Justru yang penting bukan tingginya angka tingkat ketelitian analisis yang harus dicapai dalam analisis citra, tetapi yang lebih penting adalah mendapatkan angka (koefisien) koreksi (standard

deviasi) yang baku dari setiap kelas penggunaan/ penutupan lahan yang dideteksi.

Tabel 4. Hasil Uji Ketelitian Analisis Citra Satelit untuk identifikasi Lahan Sawah Berdasarkan Metode Area Sampling Accuracy

Blok/ daerah (tipe sawah)	Segmen	Luas sawah (ha)		Penyimpangan		Ketelitian Analisis %
		Analisis	Lapangan	+ / -	%	
Pasang Surut	1	67	66,2	-0,8	1,2	98,8
	2	41,0	41,6	0,6	1,4	98,6
	3	62,0	61,5	-0,5	0,8	99,2
	4	73,0	72,5	-0,5	0,7	99,3
	5	38,0	37,1	0,9	2,4	97,6
Lebak	1	81,3	93,0	11,7	12,5	87,5
	2	90,40	91,5	1,1	1,2	98,8
	3	79,1	79,4	0,3	0,3	99,9
	4	79,7	82,9	3,2	3,8	96,2
	5	31,9	35,1	3,2	9,1	90,9
Tadah hujan	1	17,6	20,9	3,3	15,7	84,3
	2	9,9	35,3	5,4	15,2	84,8
	3	17,3	25,7	8,4	32,6	67,4
	4	68,4	68,9	0,5	0,7	99,3
	5	35,2	36,2	1,0	30,3	69,7
Irigasi, lereng <8%	1	82,4	80,9	-1,5	1,8	98,2
	2	93,6	95,7	2,1	2,1	97,9
	3	85,8	86,3	0,5	0,5	99,5
	4	63,2	66,6	3,4	5,1	94,9
	5	75,4	93,0	17,6	18,9	81,1
Irigasi, lereng >8%	1	57,4	68,4	11,0	16,1	83,9
	2	33,8	36,9	3,1	8,4	91,6
	3	62,7	89,2	26,5	29,7	70,3
	4	49,0	65,2	16,2	24,8	75,2
	5	61,5	87,4	25,9	29,6	70,4

Lahan sawah dan penggunaan/penutupan lahan di Lampung

Berdasarkan hasil analisis citra satelit yang didukung beberapa data penggunaan yang telah ada dan pengamatan di lapang, disusun peta lahan sawah dan penggunaan/penutupan lahan yang disajikan dalam skala 1:100.000. Luas lahan sawah dan penggunaan/penutupan lahan di daerah Lampung hasil analisis citra satelit tervalidasi disajikan pada Tabel 5 dan penyebarannya disajikan pada Gambar 5. Dalam peta skala 1:100.000 lahan sawah seluruh propinsi Lampung terhitung seluas 284.297 ha yang mencakup lahan sawah irigasi teknis seluas 132.830 ha, sawah irigasi semi teknis 141.409 ha, sawah irigasi sederhana dan desa seluas 31.950 ha, sawah tadah hujan seluas 88.307 ha, dan sawah lebak seluas 18.194 ha. Karena keterbatasan skala peta, penyajian pada Gambar 5 tidak dapat memberikan informasi jenis-jenis irigasi lahan sawahnya, tetapi hanya area penyebaran lahan sawah dan tipe penggunaan/penutupan lahan secara umum.

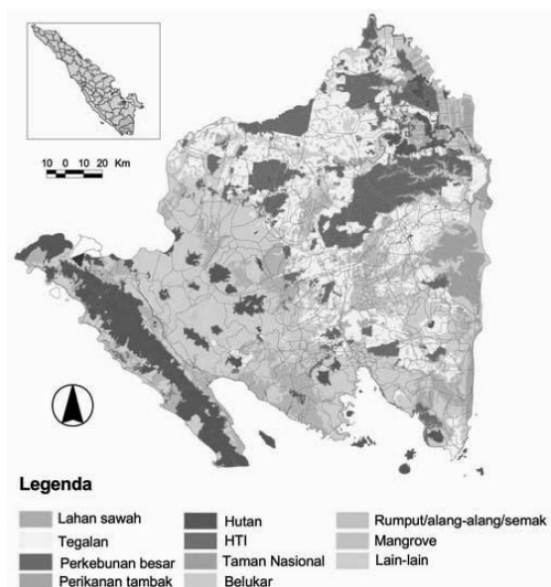
Peta tersebut menginformasikan sebaran penggunaan lahan baik pertanian maupun non pertanian yang terdapat di Propinsi Lampung, yang pada skala 1:100.000 dibedakan atas 45 satuan penggunaan lahan. Satuan penggunaan lahan tersebut selanjutnya dikelompokkan menjadi 2 (dua) kelompok utama, yaitu kelompok lahan pertanian dan lahan non pertanian yang terdiri atas 18 satuan penggunaan lahan (Tabel 5).

Tabel 5. Luas Lahan Sawah dan Penggunaan/Penutupan Lahan di Propinsi Lampung, Hasil Analisis/ Interpretasi Citra Satelit tahun 2002

No.	Tipe Penggunaan Lahan	LUAS	
		Ha	%
I. LAHAN PERTANIAN			
1.	Sawah	284.297	8,51
2.	Tegalan	683.082	20,45
3.	Perkebunan Besar	348.197	10,43
4.	Perkebunan Rakyat	781152	23,39
5.	Kebun Campuran	358.256	10,73
6.	Perikanan Tambak air payau	37.275	1,12
Sub-Total		2.492.260	74,63
II. LAHAN NON PERTANIAN			
7.	Hutan lahan kering	301.603	9,03
8.	Hutan Tanaman Industri (HTI) Kawasan Taman Nasional Way	75.882	2,27
9.	Kambas	71444	2,14
10.	Hutan rawa	35.648	1,07
11.	Mangrove	1.775	0,05
12.	Belukar rawa	102.211	3,06
13.	Belukar lahan kering	60.054	1,80
14.	Rumput/semak/alang-alang	12.573	0,38
15.	Rawa (berair dangkal)	35.944	1,08
16.	Danau	2.663	0,08
17.	Waduk/bendungan/dam Kota, pemukiman dan pekarangan	2.367	0,07
18.		145.107	4,35
Sub-Total		847.271	25,37
Total		3.339.530	100,00

Dari Tabel 5 tersebut tampak bahwa lahan pertanian di daerah Lampung sangat dominan, yakni seluas 2.492.260 ha (74,63% dari luas Propinsi Lampung) yang didominasi oleh perkebunan dan tegalan. Lahan sawah hanya 284.297 ha (8,51% dari luas Lampung). Sedangkan lahan yang tergolong non pertanian hanya mencakup 847.271 ha (25,37% dari luas Lampung), didominasi oleh hutan, lahan kering, kota/pemukiman dan belukar rawa. Dari kondisi penggunaan lahan tersebut, menunjukkan bahwa daerah Lampung merupakan daerah sentra pertanian baik tanaman semusim maupun tanaman tahunan/perkebunan.

Data/informasi luas dan penyebaran lahan sawah dan penggunaan/penutupan lahan lainnya hasil analisis citra satelit lebih menekankan pada informasi penutupan lahan (existing landuse) yang dapat terdeteksi pada saat perekaman citra dilakukan, belum mempertimbangkan status lahannya. Dengandemikian, sering terjadi dalam analisis citrasatelit suatu wilayah, terdeteksi dan diklaskan sebagai alang-alang atau rerumputan, tetapi di wilayah tersebut oleh karena status lahannya masih merupakan kawasan hutan, oleh pihak/ institusi lain masih dinyatakan dan dikelaskan sebagai hutan. Namun data/informasi existing landuse hasil analisis dan interpretasi citra ini sangat berguna untuk mendukung usaha perluasan pengembangan komoditas pertanian terutama untuk pemilihan lokasi (site selection) wilayah/lahan yang betul-betul masih tersedia dan belum dimanfaatkan untuk usaha pertanian permanen.



Gambar 5. Peta penyebaran lahan sawah dan penggunaan lahan lainnya di Propinsi Lampung hasil analisis/interpretasi citra satelit thn 2001- 2002

4. KESIMPULAN

1. Data digital citra satelit yang baik untuk analisis/deteksilahan sawah dan penggunaan/penutupan lahan berturut-turut adalah gabungan/kombinasi band 5, 4, dan 3; band 5, 4, dan 2 dan band 5, 4 dan 1 yang ketiganya mempunyai nilai optimum indeks factor tinggi.
2. Penggunaan metode analisis digital citra satelit 'hibrid (supervised) classification' untuk deteksi penyebaran lahan sawah dan penggunaan/penutupan lahan telah menghasilkan tingkat ketelitian (accuracy) analisis yang tinggi karena dalam analisis dan klasifikasi citra tersebut, telah mempertimbangkan masukan keterpisahan nilai spektral dan data informasi lapangan (hibrid classification). Informasi baku tentang tingkat ketelitian/kebenaran hasil analisis data digital ini sangat penting dan berguna bagi pemanfaatan data dan aplikasi bagi pengguna.
3. Ketelitian analisis citra satelit untuk deteksi lahan sawah berdasarkan uji ketelitian Confusion matrix (point sampling accuracy) mempunyai tingkat ketelitian/kebenaran 94,0% dan tipe penggunaan/penutupan lahan lainnya berkisar antara 76,7% sampai 100%. Ketelitian analisis 100% dijumpai pada penggunaan lahan hutan.
4. Ketelitian analisis citra satelit untuk deteksi lahan sawah dan penyebarannya berdasarkan uji statistik stratified random sampling (area sampling accuracy) mempunyai tingkat ketelitian analisis rata-rata 89,4%. Tingkat penyimpangan (deviasi) penghitungan luas areal lahan sawah hasil analisis citra satelit dibanding dengan luas lahan sawah hasil kajian/pengukuran di

lapang kurang dari 6% pada lahan sawah di wilayah datar, dan 21,7% pada lahan sawah di wilayah berlereng >8%. Lahan sawah di wilayah berlereng >8% cenderung mempunyai tingkat ketelitian relatif rendah (78,2%). Dengan demikian, semakin terjal lerengnya, penyimpangan deteksi luasan lahan sawah akan semakin tinggi.

5. Aplikasi teknologi penginderaan jauh/citra satelit untuk deteksi lahan sawah dan penyebarannya dan berbagai tipe penggunaan/penutupan lahan mempunyai tingkat ketelitian yang cukup tinggi. Data/informasi hasil analisis tersebut sangat bermanfaat dan merupakan sumber informasi penggunaan lahan saat ini (existing landuse) untuk: (a) pemutakhiran dan pembaharuan data luas dan penyebaran lahan sawah serta penggunaan/penutupan lahan lainnya, dan (b) digunakan sebagai acuan dalam pengadaan stok pangan nasional dan mencari lahan tersedia dalam usaha pengembangan komoditas pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adimihardja A., Wahyunto dan Rizatus Shofiyati. 2004. Gagasan Pengendalian Konversi Lahan Sawah Dalam Rangka Peningkatan Ketahanan Pangan Nasional. Prosiding Seminar: Multi Fungsi Pertanian dan Konservasi Sumberdaya Lahan, di Bogor, 18 Desember 2003 dan 7 Januari 2004. halaman 47-64. Puslitbang Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Barbosa P.M., M.A. Casterado, and J. Harrero. 1996. Thematic Mapper Image Classification Method for Crop Extent Estimates in an Irrigation District. International Journal of Remote Sensing, 1996, vol.17.no.18, pp:3665-3674.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura (Ditjen TPH). 1998. The Role of Agriculture Information System on Rice Production and Productivity. Lokakarya Sistem Pemantauan dan Prediksi Produksi Padi di Indonesia, BPPTeknologi. Jakarta 22 Juli 1998.
- Diyono dan Bambang Suyudi. 2000. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan di Sebagian Wilayah Teluk Jakarta Berdasarkan Citra SPOT XS 1986 dan 1990. Prosiding Forum Ilmiah Tahunan Ikatan Surveyor Indonesia di Bandung 15 Desember 2000, hal : 21-29. ISI, Bakosurtanal, Jalan Raya Cibinong, Bogor.
- Gallego, J. 1995. Sampling Frames of Square Segment, Institute for Remote Sensing

Application, MARS. Italy. Joint Research Centre.

Lillesand, T.M., and R.W.Keifer. 1994. Remote Sensing and Image Interpretation. Third Edition. John Willey & Sons, Inc, United States of America.

Mas, J.F., and Ramirez. 1996. Comparison of Landuse Classification Obtain by Visual Interpretation and Digital Image Processing. ITC Journal 1996: ¾ : 278-283. International Journal of Applied Earth Observation and Geo-information. ITC, PO Box 6, 7500 AA Enschede, the Netherlands.

Murthy C.S., S. Jouma, P.V.Raju, S. Thiruvengadachari and K.A. Hakeem. 1995. Paddy Yield Prediction in Bharada Project Command Area Using Remote Sensing Data. Asia Pasific Remote Sensing Journal. Vol.8.No.1, July 1995, p:79-83.

Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 2000. Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Puslit. Tanah dan Agroklimat. Bogor.

Rubini Atmawidjaja. 1995. Land Resource Balance. Conference Proceeding on Remote Sensing and GIS for Environmental Resources Management, BPPT New Building, Jakarta, June 6-8, 1995 : page 7-1 to 7-14. Agency for The Assessment and Application of Technology (BPPTeknologi), Jalan Thamrin No.8 Jakarta.

Sutanto. 1994. Penginderaan Jauh. Gadjah Mada University Press. P.O.Box 14 Bulaksumur, Yogyakarta.

Stehman Stephen V. 1996. Estimating the Kappa Coefficient and Its Variance Under Stratified Random Sampling. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Vol.62, No.4, April 1996, pp: 401 – 477.

Sushil Pradan. 1999. Integration of Remote Sensing and GIS for Crop Acreage Estimation : An Information System Development Approach. International Centre for Integrated Mountain Development. Issues in Mountain development 99/6. ICOMOD, P.O.Box:3226, Kathmandu Nepal.

Suryanto, Wahyunto dan Widagdo. 2000. Identifikasi dan Inventarisasi Lahan Pertanian dan Estimasi Produksi Padi Melalui Analisis Digital Citra Satelit. Laporan Akhir: Bagian Proyek Penelitian Sumberdaya Lahan dan Agroklimat. Puslit. Tanah dan Agroklimat. Bogor (tidak dipublikasi).

Wahyunto, Sofyan Ritung dan Widagdo. 2003. Teknologi Penginderaan Jauh Untuk Monitoring Sumberdaya Lahan di Daerah Lampung. Laporan Akhir, Bagian Proyek Penelitian Sumberdaya Tanah. Balai Penelitian Tanah. Bogor (tidak dipublikasikan).

LAMPIRAN

Lampiran 1. Nilai Index Optimum Factor (IOF) beberapa kombinasi band pada citra satelit Landsat Thematic Mapper (TM)

Kombinasi Band			Standar Deviasi			Korelasi			OIF
3	4	5	13,01	22,96	21,28	0,15	0,2	0,39	77,36
2	4	5	11,27	22,96	21,28	0,17	0,25	0,39	68,53
1	4	5	6,52	22,96	21,28	0,16	0,2	0,39	67,68
1	4	7	13,01	22,96	8,92	0,15	0,38	0,28	55,42
2	4	7	6,52	22,96	8,92	0,16	0,31	0,28	51,26
3	4	7	11,27	22,96	8,92	0,17	0,46	0,28	47,42
1	3	4	13,01	11,27	22,96	0,89	0,15	0,17	39,04
1	2	4	13,01	6,52	22,96	0,88	0,15	0,16	35,71
2	3	4	6,52	11,27	22,96	0,86	0,16	0,17	34,24
1	3	5	13,01	11,27	21,28	0,89	0,2	0,25	34,0
4	5	7	22,96	21,28	8,92	0,39	0,28	0,9	33,86
1	2	5	13,01	11,27	21,28	0,88	0,2	0,2	31,88
1	5	7	13,01	21,28	9,92	0,20	0,38	0,9	29,87
2	3	5	6,52	11,27	21,28	0,86	0,2	0,25	29,82
2	5	7	6,52	21,28	8,92	0,2	0,31	0,9	26,04
3	5	7	11,27	21,28	8,92	0,25	0,46	0,9	25,76
1	3	7	13,01	11,27	8,92	0,89	0,38	0,46	19,19
1	2	7	13,01	6,52	8,92	0,88	0,38	0,31	18,12
2	3	7	6,52	11,27	8,92	0,86	0,31	0,46	16,39
1	2	2	13,01	6,52	11,27	0,88	0,89	0,86	11,71

