

# VALIDASI MODEL PEMETAAN LAHAN SAWAH MENGUNAKAN TEKNIK SEGMENTASI DAN KLASIFIKASI CITRA LANDSAT ORTHO (STUDI KASUS LAMPUNG)

\* MadeParsa, Dipo Yidhatama, Sri Harini  
Bidang Sumber D<sup>^</sup>ya Wilayah Darat, Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh - LAPAN<sup>^</sup>,

## ABSTRAK

Ketelitian pemetaan yang berbasis citra satelit tergantung dua faktor, pertama ketelitian/kualitas geometri citra dan kedua ketelitian klasifikasi citra. Kedua faktor tersebut tidak dapat dilepaskan satu dengan lainnya, ketelitian geometri tanpa disertai ketelitian klasifikasi ataupun sebaliknya akan menyebabkan ketelitian pemetaan yang kurang baik/rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kualitas citra Landsat ortho dan validasi model pemetaan lahan sawah dengan teknik segmentasi dan klasifikasi citra Landsat multiwaktu, dengan studi kasus provinsi Lampung. Data yang digunakan dalam segmentasi adalah data Landsat ortho tahun 2009 sedangkan klasifikasi dilakukan terhadap data Landsat ortho multiwaktu tahun 2000-2009. Model pemetaan ini menggabungkan teknik digital dan teknik visual, dimana segmentasi dilakukan secara digital sedangkan klasifikasi menggunakan teknik visual. Validasi lapangan terhadap kualitas geometri citra Landsat dilakukan dengan pengukuran 60 titik koordinat sedangkan validasi hasil pemetaan lahan sawah dilakukan dengan pengamatan dan pencatatan di 56 titik pengamatan yang tersebar di sentra lahan sawah di provinsi Lampung. Hasil analisis menunjukkan bahwa kualitas citra Landsat ortho cukup baik dengan pergeseran 9-11 meter sedangkan akurasi pemetaan mencapai 90,6%.

Kata kunci: Validasi, segmentasi, citra Landsat ortho, multiwaktu

## PENDAHULUAN

Ketelitian pemetaan berbasis citra penginderaan jauh tergantung dari dua hal yang tidak dapat dilepaskan satu sama lainnya. Pertama ketelitian/kualitas geometri dari citra yang digunakan, haruslah memenuhi standar ketelitian sesuai dengan skala peruntukannya. Ketelitian geometri citra Landsat harus memenuhi standar kesalahan tertentu, biasanya menggunakan maksimum satu pixel (Kustiyo, 2010). Kedua, ketelitian klasifikasi citra haruslah baik, yang harus dilihat dengan validasi (menggunakan informasi dari skala yang lebih besar atau dengan validasi lapangan). Ketelitian geometri citra yang baik tanpa dibarengi ketelitian klasifikasi yang baik atau sebaliknya akan menghasilkan ketelitian pemetaan yang kurang baik.

Informasi spasial lahan sawah pada tingkat skala menengah (1:100.000) masih dibutuhkan oleh institusi terkait seperti Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian, hal ini berkaitan dengan program peningkatan produksi pangan dalam rangka swasembada (pemenuhan kebutuhan dalam negeri) yang telah dicanangkan pemerintah. Data yang ada saat masih menunjukkan adanya perbedaan antara luas lahan sawah seluruh Indonesia yang hanya 4.813.832 ha dengan data daerah irigasi terbangun 7.634.401 ha dimana terdapat 2.82 juta ha yang belum diketahui keberadaannya secara spasial. Angka ini menjadi penting karena dianggap merupakan lahan potensial untuk dikembangkan menjadi lahan sawah (Purba, 2010).

Badan Standarisasi Nasional mendefinisikan bahwa sawah merupakan areal pertanian yang digenangi air atau diberi air dengan teknologi pengairan, tadah hujan, lebak atau pasang surut dengan ciri-ciri berpermukaan rata, dibatasi oleh pematang/galangan, adanya saluran untuk menahan/menyalurkan air dan umumnya ditanami dengan jenis tanaman pangan berumur pendek seperti padi, palawija atau tanaman budidaya lainnya (Parsa et al, 2011). Sawah pada umumnya terdapat pada lahan yang datar hingga lahan yang mempunyai lereng < 10%, akan tetapi di beberapa wilayah tertentu lahan sawah juga dapat ditemukan pada lahan yang mempunyai lereng lebih dari 10%, bahkan hingga lereng 30%. Pada kondisi lereng yang demikian besar biasanya diterapkan sistem terasering ([www.mediabpr.com](http://www.mediabpr.com) (2011) dalam Parsa et al. (2011)). Lahan sawah pada citra komposit Landsat 5,4,3 dapat dengan mudah dikenali karena mempunyai karakteristik yang berbeda dibandingkan dengan penggunaan lahan lainnya. Lahan sawah dapat mempunyai tiga macam kenampakan yang berbeda tergantung kondisi/fase lahan sawah tersebut yaitu biru (dalam kondisi air/fase pengolahan tanah sampai tanam), hijau (setelah tanam/vegetatif) dan merah (panen/bera). Perubahan kenampakan tersebut cukup mudah diamati pada pengamatan terhadap data multiwaktu, sehingga dengan demikian lahan sawah cukup mudah pula untuk diidentifikasi (Parsa et al., 2011).

Saat ini metode klasifikasi digital telah berkembang demikian pesatnya terutama klasifikasi digital berbasis objek. Metode klasifikasi ini akan meminimalkan kelemahan klasifikasi berbasis pixel (yang hanya didasarkan nilai digital) dengan menambahkan beberapa parameter lain (Kampouraki et al., 2007). Metode klasifikasi ini menggunakan tiga parameter utama sebagai pemisah objek, yaitu skala, bentuk, kekompakan. Klasifikasi digital ini memiliki keunggulan pada pemisahan antar objek yang sangat akurat dan presisi (Agrawal (2010); Walter (2003)). sehingga dengan demikian dapat menjadi alternatif untuk menggantikan klasifikasi digital berbasis pixel dan klasifikasi visual/delineasi. Klasifikasi digital ini juga memiliki kelebihan dalam efisiensi waktu pengerjaan (Putranto et al., 2010).

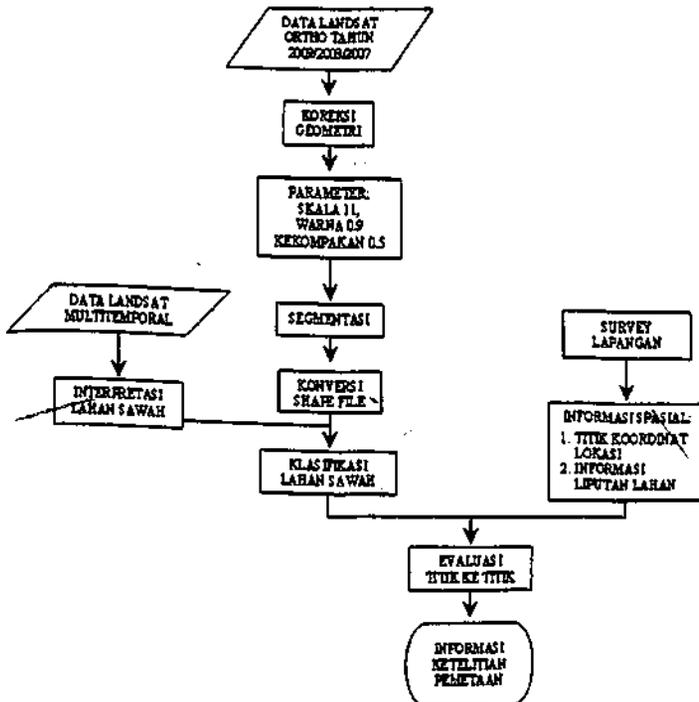
Sebagai bagian yang penting dari pemrosesan citra, segmentasi bertujuan untuk membagi citra berdasarkan kriteria kemiripan tingkat keabuan piksel dengan tetangganya menjadi beberapa region yang homogen untuk diproses lebih lanjut seperti klasifikasi citra dan identifikasi objek. Sementara itu sebagai bagian yang tidak terpisahkan dari metodologi analisis citra berbasis objek, teknik segmentasi citra secara otomatis akan mengelompokkan piksel yang berdekatan menjadi *contiguous region* menurut kemiripan property pikselnya. (Murinto dan Agus Harjoko, 2009).

Hasil kajian yang telah dilakukan mengenai "Optimalisasi Parameter Segmentasi Untuk Pemetaan Lahan Sawah Menggunakan Citra Satelit Landsat dengan studi kasus Padang Pariaman, Sumatera Barat dan Tanggamus, Lampung" menyimpulkan bahwa kombinasi nilai parameter skala 11, warna 0.9 dan kekompakan 0.5 memberikan hasil segmentasi yang paling mendekati data referensi dengan ketelitian pemetaan yang mencapai lebih dari 90%. Kajian tersebut juga menyarankan perlunya kajian lanjutan menyangkut penyempurnaan metode untuk mengurangi analisis visualnya maupun verifikasi model tersebut di wilayah lain (Parsa, 2013).

Berkaitan dengan hal tersebut telah dilakukan "Validasi Model Pemetaan Lahan Sawah Menggunakan Teknik Segmentasi dan Klasifikasi Citra Landsat Ortho". Penelitian ini bertujuan untuk dua hal, pertama untuk pengecekan akurasi citra Landsat ortho yang digunakan sebagai input, kedua melakukan verifikasi untuk mengetahui ketelitian model pemetaan lahan sawah dengan teknik segmentasi dan klasifikasi.

## METODE

Kajian dilaksanakan pada tahun 2012 dengan mengambil sampel wilayah di provinsi Lampung. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah satelit Landsat terkoreksi ortho multitemporal tahun 2000, sampai 2009 arsip program INCAS-LAPAN. Mengingat data tahun 2009 dan 2008 masih ada yang tertutup awan, maka dilakukan mosaik secara vertikal data tahun 2007, 2008, dan 2009 (data tahun 2009 paling atas) untuk selanjutnya digunakan sebagai input segmentasi. Sementara data tiap tahun digunakan sebagai dasar interpretasi, klasifikasi dan labeling hasil segmentasi. Klasifikasi ini menggunakan dua kelas penggunaan lahan yaitu sawah dan nonsawah (selain sawah) yang didasarkan atas perubahan tutupan lahan (air, bera dan vegetasi) dari tahun ke tahun. Diagram alir pengolahan data dan validasi pemetaan lahan sawah disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir pengolahan data dan validasi hasil pemetaan lahan sawah

Tahap pengolahan dan analisis data adalah sebagai berikut:

1. Pengolahan data

- a. Mosaik vertikal data tahun 2007,2008, dan 2009 menurut tahun dan menempatkan data 2009 sebagai data paling atas
- b. Kroping citra Landsat menggunakan batas sheet skala 1:100.000 untuk mempercepat proses segmentasi.
- c. Segmentasi citra Landsat menggunakan kombinasi nilai parameter terbaik sesuai hasil kajian tahun 2012 yaitu skala 10, warna 0.9, kekompakkan 0.5 dan konversi menjadi format shapefile (Parsa et al., 2012).
- d. Interpretasi data Landsat multiwaktu dan labeling hasil segmentasi. Interpretasi dilakukan terhadap seluruh data Landsat multiwaktu untuk melihat perubahan tutupan lahan air, vegetasi dan bera. Labeling dilakukan dengan menggunakan dua kelas klasifikasi penggunaan lahan yaitu sawah, dan nonsawah.
- e. Mosaik informasi spasial lahan sawah antar sheet seluruh Lampung.
- f. Validasi lapangan dilakukan dengan observasi, pengukuran, pencatatan, identifikasi, dan dokumentasi dengan teknik.point sampling (Amirin dan Tatang, 2011; Wahyunto, et al., 2004), meliputi:
  1. Pengukuran, pencatatan koordinat lapangan untuk evaluasi akurasi kualitas data Landsat ortho  
Pengukuran ini dilakukan pada 60 titik lokasi,
  2. Pencatatan, identifikasi dan dokumentasi lapangan (liputan lahan) di 53 titik pengamatan untuk menghitung akurasi hasil pemetaan.

2. Evaluasi meliputi ketelitian geometri cira Landsat ortho dan ketelitian pemetaan ahan sawah, d.lakukan untuk mengetahui akurasi/ketelitian citra Landsat ortho dan ketelitian pemetaan lahan ^wah Keteht an ortho dihitung berdasarkan selisih hasil pengukuran lapangan dengan koordinat pada citra, sedangkan

- ketelitian pemetaan dihitung dengan jumlah titik yang benar dibagi jumlah titik pengamatan.

3. I-iasil dan Pembahasan

Koreksi/rektifikasi ortho yang dilakukan di program INCAS menggunakan input lebih dari 50 titikcontrol point (X,Y,Z) yang diperoleh dari referensi citra Undsat GLS-2000 (Global Land Survey-2000) yang sudah terkore ortho dan DEMI «IM 90 meter. Titik kontrol yang digunakan terdistribusi secara merata d, sduruhlbagan atra. seh.ngga diharapkan citra hasil koreksi mempunyai akurasi yang baik. Selain itu standar rms error yang dipersyaratkan dalam proses in, maksimum 1 pixel. Citra ortho hasil koreksi ini digunakan sebagai .npnt proses segmentasi dan klasifikasi untuk pemetaan lahan sawah. Pengecekan kualitas citra d.lakukan dengan pengecekan dan pengukuran koordinat di 60 titik di lapangan dengan sebaran tidak ideal, hal .m disebabkan karena keterbatasan aksesibilitas dan waktu. Walaupun demikian sebaran ini masih cukup baik karena cukup mewakik area yang mempunyai lahan sawah. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut dilakukan penghitungan kesalahan dengan menghitung selisih koordinat pada citra dan koordinat hasil pengukuran. Hasil penghitungan selisih ko<sup>o</sup>,nat d: \*^uh titik menunjukkan bahwa kesalahan geometri yang terjadi berkisar 1- 46 meter untuk arah X dan 1-33 meter untuk arah Y, sehingga secara keseluruhan rata-rata kesalahan mencapai 9-11 meter. Selengkapnya rencana dan hasil pengukuran koordinat serta pengamatan kelas lahan disajikan pada Tabel 1, sedangkan sebaran spasial titik hasil pengukuran disajikan pada Gambar 2.

/•/  
Tabel 1. Rencana dan hasil pengukuran koordinat di beberapa kabupaten Lampung

| ID | XR     | YR        | XH       | YH                    | PEMETAAN | RUIL                      | AX | AY |
|----|--------|-----------|----------|-----------------------|----------|---------------------------|----|----|
| 1  | 511738 | 9405398   | 511749   | 9405378               | -        | Simpangan Dinas Pertanian | 11 | 20 |
| 2  | 510840 | 9406422   | 510836 ^ | 9406404               | Sawah    | Sawah bera/air            | 4  | 18 |
| 3  | 510435 | 9407308   | 510426   | 9487304 <sup>MI</sup> | Sawah    | Sawah bera/air            | 9  | 4  |
| 4  | 510181 | 9408061   | 510181   | 9408070               | Sawah    | Sawah bera/air            | 0  | 9  |
| 5  | 500802 | 9397632   | 500800   | 9397618               | Sawah    | Sawah bera/air            | 2  | 14 |
| 6  | 497913 | 9396311   | 497916   | 9396322               | Sawah    | Sawah bera/air            | ~3 | 11 |
| 7  | 497189 | 939720V*- | 497196   | 9397206               | Sawah    | Sawah bera/air            | 7  | 5  |
| 8  | 506878 | 9403155   | 506883   | 9403160               | Sjflvah  | Sawah bera                | 5  | 5  |
| 9  | 504577 | 9401666   | 504563   | 9401656               | Sawah    | Sawah bera                | 14 | 10 |
| 10 | 504177 | 9402654   | 504185   | 9402642               | Sawah    | Sawah bera                |    | 12 |
| 11 | 504786 | 9404538   | 504794   | 9404548               | Sawah    | Sawah bera                | >  | 10 |
| 12 | 496285 | 9406319   | 496263   | 9406300               | Sawah    | Sawah bera                | 22 | 19 |
| 13 | 493299 | 9401720   | 493291   | 9401720               | Sawah    | Sawah bera                | 6  | 0  |
| 14 | 500299 | 9407185   | 500285   | 9407182               | -        | Jembatan                  | 14 | 3  |
| 15 | 500524 | 9407128   | 500538   | 9407110               | Sawah    | Sawah bera                | 14 | 18 |
| 16 | 525857 | 9430203   | 525863   | 9430208               | Sawah    | Sawah bera                | 6  | 5  |
| 17 | 527882 | 9432219   | 527876   | 9432204               | Sawah    | Sawah bera                | 6  | 15 |
| 18 | 529664 | 9432039   | 529658   | 9432042               | Sawah    | Sawah bera                | 6  | -3 |
| 19 | 531861 | 9432762   | 531845   | 9432756               | Sawah    | Sawah bera                | 16 | 6  |
| 20 | 532102 | 9431186   | 532100   | 9431186               | Sawah    | Sawah bera                | 2  | 0  |
| 21 | 531191 | 9430087   | 531184   | 9430076               | Sawah    | Sawah bera                | 7  | 11 |
| 22 | 533921 | 9431067   | 533916   | 9431072               | Sawah    | Sawah bera                | 5  | 5  |
| 23 | 534882 | 9437446   | 53488? ^ | 9437438               | Sawah    | Sawah bera                | 7  | 8  |
| 24 | 531847 | 9436635   | 531842   | 9436642               | Sawah    | Sawah bera                | 5  | 7  |
| 25 | 530807 | 9440684   | 530815   | 9440656               | Sawah    | Sawah bera                | 8  | 28 |
| 26 | 531693 | 9443226   | 531696   | 9443226               | Sawah    | Sawah bera y              | 3  | 0  |
| 27 | 533174 | 944fi4tf  | 533179   | 9444158               | Sawah    | Sawah bera 'N             | 5  | 18 |
| 28 | 534519 | 9446272   | 534521   | 9446266               | Sawah    | Sawah bera                | 2  | 6  |
| 29 | 522331 | 9441289   | 522324   | 9441284               | Sawah    | Sawah bera                | 7  | 5  |
| 30 | 522048 | 9440234   | 522086   | 9440260               | Sawah    | Sawah bera                | 38 | 26 |
| 31 | 519742 | 9426964   | 519733   | 9426956               | Sawah    | Sawah bera                | 9  | 8  |
| 32 | 521252 | 9414306   | 521206   | 9414314               | Sawah    | Sawah bera                | 46 | 8  |
| 33 | 519756 | 9453780   | 519761   | 9453756               | SaWah    | Kebun singkong            | 5  | 24 |
| 34 | 516768 | 9453266   | 516750   | 9453234               | Sawah    | Kebun singkong, " "       | 18 | 32 |
| 35 | 529899 | 9457428   | 529895   | 9457444               |          | „Simpangan                | 4  | 16 |
| 36 | 532427 | 9460441   | 532439   | 9460474               | Sawah    | Kebun singkong            | 12 | 33 |

| ID               | XR      | YR      | XH     | YH      | PEMETAAN | RIIL       | AX | AY |    |
|------------------|---------|---------|--------|---------|----------|------------|----|----|----|
| 37               | 535302  | 9463525 | 535300 | 9463520 | Sawah    | Sawah bera | 2  | 5  |    |
| 38               | 551549  | 9464263 | 551558 | 9464260 | Sawah    | Sawah bera | 9  | 3  |    |
| 39               | 545455  | 9463637 | 545470 | 9463630 | Sawah    | Sawah bera | 15 | 7  |    |
| 40               | 542913  | 9458680 | 542903 | 9458692 | Sawah    | Sawah bera | 10 | 12 |    |
| 41               | 541648  | 9457530 | 541646 | 9457544 | Sawah    | Sawah bera | 2  | 14 |    |
| 42               | 539285  | 9455576 | 539302 | 9455584 | Sawah    | Sawah bera | 17 | 8  |    |
| 43               | 577755  | 9362603 | 577750 | 9362605 | Sawah    | Sawah bera | 5  | 2  |    |
| 44               | 574780  | 9365431 | 574777 | 9365420 | Sawah    | Sawah bera | 4  | 11 |    |
| 45               | 579789  | 9377982 | 579780 | 9377992 | Sawah    | Sawah bera | 9  | 10 |    |
| 46               | 580646  | 9378880 | 580652 | 9378883 | Sawah    | Sawah bera | 6  | 3  |    |
| 47               | 586821  | 9370227 | 586826 | 9370222 | Sawah    | Sawah bera | 5  | 5  |    |
| 48               | 586588  | 9367433 | 586589 | 9367453 | Sawah    | Sawah bera | 1  | 20 |    |
| 49               | 587178  | 9383445 | 587155 | 9383424 | Sawah    | Sawah bera | 22 | 20 |    |
| 50               | 587679  | 9394509 | 587676 | 9394502 | SaWi     | Sawah bera | 3  | 8  |    |
| 51               | 588580  | 9398116 | 588602 | 9398108 | Sawah    | Sawah bera | 22 | 9  |    |
| 52               | 582704  | 9416022 | 582714 | 9416011 | Sawah    | Sawah bera | 9  | 12 |    |
| 53               | 589510  | 9418897 | 589491 | 9418917 | Sawah    | Sawah bera | 19 | 19 |    |
| 53               | "577794 | 9426225 | 577791 | 9426237 | Sawah    | Tegalan    | 3  | 12 |    |
| 55               | 583774  | 9421371 | 583771 | 9421370 | Sawah    | Sawah bera | 3  | 1  |    |
| 56               | 526813  | 9502903 | 526815 | 9502887 | Sawah    | Permukiman | 2  | 16 |    |
| 57               | 529023  | 9532791 | 529057 | 9532798 | -        |            | 34 | 6  |    |
| 58               | 586496  | 9393504 | 586504 | 9393503 | -        | -          | 8  | 1  |    |
| 59               | 591529  | 9417988 | 591552 | 9418005 | -        | -          | 23 | 17 |    |
| 60               | 529537  | 9510164 | 529530 | 9510160 | -        | -          | 7  | 4  |    |
| <b>RATA-RATA</b> |         |         |        |         |          |            |    | 9  | 11 |

Sumber data: Hasil pengukuran lapangan



**Gambar 2. Sebaran titik pengukuran koordinat dan validasi informasi spasial**

Hasil ini menunjukkan bahwa kualitas geometri citra ortho ini cukup baik dan dapat digunakan untuk aplikasi lebih lanjut. Ketelitian klasifikasi citra yang baik belum menjadi jaminan akan ketelitian hasil pemetaan oleh karena hal ini dipengaruhi juga oleh ketelitian geometri citra yang digunakan.

Dengan demikian penggunaan citra Landsat ini sebagai input untuk segmentasi, klasifikasi dan pemetaan lahan sawah diharapkan akan menghasilkan informasi spasial lahan sawah yang akurat. Informasi spasial lahan sawah hasil pemetaan divalidasi dengan menggunakan data lapangan yang diperoleh dari survey lapangan. Survey lapangan dilakukan di beberapa kabupaten dengan jumlah titik pengamatan 53 titik. Analisis terhadap hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa dari 53 titik hasil pengamatan tersebut ternyata 48 titik pengamatan memang benar merupakan lahan sawah sesuai dengan hasil pemetaan sementara hasil pengamatan lima titik lainnya adalah salah karena ternyata bukan sawah. Lahan sawah yang ditemukan di lapangan sebagian terbesar dalam keadaan bera sedangkan sebagian kecil lahan sawah berair/ sedang awal tanam. Hal ini disebabkan karena validasi lapangan dilakukan pada akhir musim kemarau panjang. Lima titik yang salah klasifikasi ternyata di lapangan tiga titik merupakan kebun singkong, satu titik merupakan tegalan sedangkan satu titik lainnya adalah permukiman. Jika dihitung maka ketelitian klasifikasi sama dengan 90,6%. Ketelitian pemetaan yang baik ini disebabkan karena cukup baiknya kualitas citra Landsat input proses segmentasi dan cukup baiknya interpretasi/klasifikasi citra multiwaktu untuk labeling hasil segmentasi. Contoh informasi spasial lahan sawah provinsi Lampung disajikan pada Gambar 3 (a, b, c, d, e, f, g, dan h).



a. Informasi spasial lahan sawah sheet 1010-5



b. Informasi spasial lahan sawah sheet 1010-6



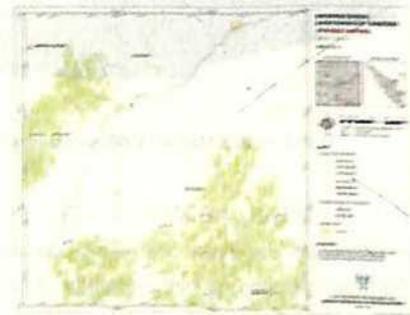
c. Informasi spasial lahan sawah sheet 1110-2



d. Informasi spasial lahan sawah sheet 1110-4



e. Informasi spasial lahan sawah sheet 1110-5



f. Informasi spasial lahan sawah sheet 1111-1



g. Informasi spasial lahan sawah sheet 1111-2



h. Informasi spasial lahan sawah sheet 1111-5

**Gambar 3 Informasi spasial lahan sawah hasil pemetaan dengan teknik segmentasi dan klasifikasi data Landsat multiwaktu provinsi Lampung**

## Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengukuran, pengamatan dan perhitungan serta pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa: Pertama, bahwa akurasi/ketelitian citra Landsat ortho yang diukur dari kesalahan koordinat di lapangan mempunyai kesalahan rata-rata 9-11 meter. Kedua, ketelitian pemetaan lahan sawah dengan teknik R'segmentasi dan klasifikasi citra Landsat multiwaktu mencapai 90.6%. Namun demikian, untuk mencapai hasil yang lebih baik/valid masih perlu dilakukan pengujian model ini di lokasi yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agrawal A., 2010. Object-based Classification of Range Data (Masters Thesis). Information Systems Engineering, Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University.
- Amirin, Tatang M., 2011. Populasi dan Sampel Penelitian 2: Pengambilan Sampel dari Populasi Terhingga.
- Kampouraki M., Wood GA., Brewer TR., 2007. The Suitability of Object-Based Image Segmentation to Replace Manual Aerial Photo Interpretation for Mapping Impermeable Land Cover. (<http://www.citeseenc.ist.edu/messages/downloadsexceeded>, diakses tanggal 26 Februari 2012)
- Kustiyo, 2010. Pengembangan Model Koreksi Geometri Ortho untuk Pemetaan Penutup Lahan WI Indonesia. *Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara Vol. 5 No. 4*, Desember 2010. Hal 168-173
- Lahan Sawah, ([http://www.mediabpr.com/kamus-bisnis-bank/lahan\\_sawah.aspx](http://www.mediabpr.com/kamus-bisnis-bank/lahan_sawah.aspx), diakses tanggal 9 Maret 2011)
- Murinto, Agus Harjoko., 2009. Segmentasi Citra Menggunakan Watershed dan Intensitas Filterin sebagai pre Processing. Seminar Nasional Informatika 2009.
- Parsa I Made, Surlan, Jansen Sitorus, Dipo Yudhatama, Soko Budoyo, Djoko Santo 2012 Model Standar Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh (Landsat/SPOT) untuk pemetaan penutup Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh. Jakarta: LAPAN
- Parsa I Made, Surlan, Sri Harini, Achmad Sutanto, Soko Budoyo, Djoko Santo, 2011. Pengembangan Model Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumber Daya Lahan Mendukung Ketahanan Pangan. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh. Jakarta: LAPAN
- Parsa I Made, 2013. Optimalisasi Parameter Segmentasi Untuk Pemetaan Lahan Sawah Menggunakan Citra Satelit Landsat (Studi Kasus Padang Pariaman, Sumatera Barat dan Tanggamus, Lampung). *Jurnal Penginderaan Jauh Vol. 10 No.2* Desember 2013. h 113-122
- Purba RS., 2010. Kebijakan Pengembangan Irigasi dalam Mendukung Ketahanan Pangan Nasional. Makalah dalam Koordinasi dan Sinkronisasi Program Inventarisasi Lahan Sawah di Provinsi Sumatera Utara. Kementerian Koordinator Perekonomian.

d?)

- Putranto BYB., Widi Hapsari, dan Katon Wijana, 2010. Segmentasi Warna Citra Dengan Deteksi Warna HSV Untuk Mendeteksi Objek. Universitas Kristen Sayta Wacana, Yogyakarta.**
- Wahyunto, Murdiyati SR dan Ritung S., 2004. Aplikasi Teknologi Penginderaan Jauh dan Uji Validasinya untuk Deteksi Penyebaran Lahan Sawah dan Penggunaan Lahan/Penutup Lahan. Informatika Pertanian vol V-h 745-769 \**
- Walter V., 2003. Object-based Classification of Remote Sensing Data for Change Detection. Institute for Photogrammetry, University of Stuttgart, Geschwister-Scholl-Str. 24 D, Stuttgart D-70174, Germany**