

# Perubahan Garis Pantai Teluk Lampung Berdasarkan Band Inframerah Citra Satelit Multispektral

Emiyati, Ety Parwati, dan Syarif Budhiman

## Abstrak

*Perubahan garis pantai adalah perubahan yang terjadi di sepanjang pantai akibat abrasi dan akresi secara kontinu. Penelitian ini bertujuan menganalisis perubahan garis pantai di Teluk Lampung dengan menggunakan band inframerah citra satelit multispektral Landsat 7 ETM+ dan SPOT 4. Metode yang dilakukan yaitu dengan menggunakan analisis sensitivitas pada band infra merah yang ada untuk mendapat band yang dapat membedakan wilayah daratan dan laut dengan akurasi yang baik. Kemudian dilakukan klasifikasi density slicing sehingga dapat diperoleh garis pantai Teluk Lampung dan dianalisis perubahan garis pantainya. Hasil penelitian menunjukkan, pada periode 2002–2012 telah terjadi perubahan garis pantai di Teluk Lampung yang dapat dianalisis menggunakan band inframerah dekat yaitu band 4 dari citra Landsat ETM + dan band 3 dari citra SPOT-4. Perubahan garis pantai di Teluk Lampung yang diperoleh dari hasil analisis adalah abrasi seluas*

*84,81 ha dan lakresi seluas 25,05 ha. Abrasi yang terjadi sebagian besar di bagian utara dan selatan lokasi penelitian karena adanya pembangunan tambak dan pelabuhan di Teluk Lampung.*

**Kata Kunci:** *Garis Pantai, Citra Multispektral, SPOT4, Landsat 7 ETM+, Band Inframerah, dan Lampung.*

## *Abstract*

*Shoreline change is the changes that occurred along the coast due to abrasions and accretion, continuously. This study aims to analyze the changes of shoreline in Lampung Bay by used infrared band of multispectral satellite images such as Landsat 7 ETM+ and SPOT-4. The method is by using sensitivity analysis on existing infrared bands to get a band that can distinguish land and sea with good accuracy. Then do the density slicing classification to obtain the shoreline of Lampung Bay and analyzed the changes of coastline. The results showed, in the period 2002–2012 there have been change in Lampung Bay shoreline that can be analyzed using the near infrared bands, they are band 4 of Landsat ETM+ and band 3 of the SPOT-4 image. The changes of shoreline in Lampung Bay, which is obtained from the analysis is abrasions, measuring 84.81 ha and 5.25 ha area as accretion. In general, the abrasion occurs a long north and south of the study location and its caused by the construction of ponds and ports in the of Lampung Bay.*

**Keywords:** *Shoreline, Multispectral Image, SPOT-4, Landsat 7 ETM +, Infrared Band, and Lampung*

# 1. Pendahuluan

Pantai merupakan daerah dinamis yang banyak dipengaruhi oleh aktivitas alam dan manusia. Secara alami dan buatan transpor sedimen yang ditimbulkan oleh arus, angin, gelombang, dan aktivitas manusia menyebabkan terjadinya pengikisan tanah (abrasi) dan kemudian mengendapkannya di suatu daerah tertentu secara kontinu (akresi) akan terus terjadi di sepanjang pantai (Arief, *et al.* 2011). Aktivitas alam dan manusia inilah yang mengakibatkan terjadinya perubahan garis pantai di suatu daerah. Dinamika perubahan garis pantai tersebut menyebabkan perlunya adanya *updating* dan pemantauan perubahan garis pantai. Menurut Undang-Undang No. 22 tahun 1999, informasi tentang garis pantai dapat digunakan dalam penentuan batas wilayah, baik antar negara maupun dalam lingkup suatu negara, seperti dalam penentuan batas wilayah laut provinsi, kabupaten, dan kota.

*Updating* dan pemantauan perubahan garis pantai secara efektif dan efisien dapat dilakukan dengan memanfaatkan citra satelit penginderaan jauh multispektral. Citra satelit multispektral adalah citra satelit yang mempunyai jumlah band lebih dari satu. Beberapa citra satelit yang dapat dikategorikan citra multispektral antara lain citra satelit Landsat TM dan ETM+, SPOT 4 dan 5, ASTER, ALOS AVNIR.

Pemanfaatan citra satelit penginderaan jauh multispektral untuk perubahan garis pantai telah banyak dilakukan penelitiannya antara lain adalah pemanfaatan citra satelit multispektral Landsat TM, ETM+ dan EOS-Terra ASTER (Ryu *et al.*, 2002; dan Pardo-Pascual *et al.*, 2012) dengan cara mengidentifikasi batas antara badan air yang merupakan wilayah laut dan daratan. Menurut Ryu *et al.* (2002), karakteristik spektral reflektansi daerah pasang surut untuk data Landsat TM dapat diidentifikasi menggunakan panjang gelombang inframerah dekat hingga menengah karena panjang gelombang tersebut yang sensitif membedakan daerah laut, pasang surut dan darat. Daerah pasang surut merupakan batas antara

daerah laut dengan darat. Selain itu, Bismoko *et al.* (2012) juga telah melakukan penelitian tentang analisa perubahan garis pantai dengan metode identifikasi sel sedimen dari tampilan komposit warna semu 431 citra Landsat untuk menonjolkan pola persebaran sedimen. Pada penelitian tersebut Bismoko *et al.* (2012) juga menggunakan band inframerah citra Landsat, yaitu band 4. Beberapa penelitian lain seperti yang dilakukan oleh Winarso *et al.* (2009) dan Arief *et al.* (2011) yang menggunakan metode band rasio untuk mengidentifikasi perubahan garis pantai.

Metode yang dilakukan penelitian terdahulu dalam pemanfaatan citra satelit multispektral tersebut dapat diterapkan dan dikembangkan di kawasan pantai lain yang ada di Indonesia, seperti Teluk Lampung, Provinsi Lampung. Teluk Lampung sebagian besar wilayahnya merupakan wilayah pantai. Perkembangan yang terjadi di Teluk Lampung dalam periode tertentu akan menyebabkan perubahan secara spasial garis pantainya sehingga diperlukan adanya analisis perubahan garis pantai di Teluk Lampung.

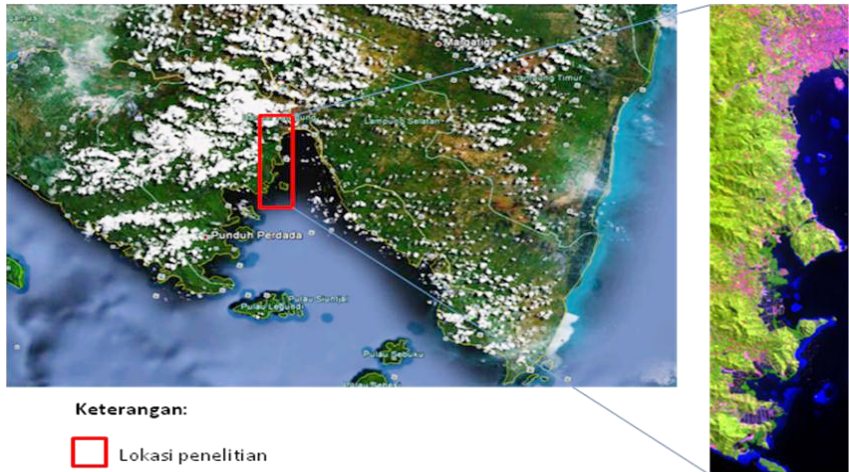
Tujuan penelitian ini adalah menganalisis perubahan garis pantai berdasarkan satelit multispektral dengan menggunakan band inframerah yang ada pada citra satelit tersebut di Teluk Lampung sehingga diperoleh informasi berapa luas abrasi dan ekresi yang terjadi di daerah penelitian.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Wilayah Penelitian

Wilayah penelitian adalah Teluk Lampung yang ada di Provinsi Lampung seperti yang terlihat pada Gambar 2.1. Wilayah penelitian tersebut terletak di 5°26' 29.04"–5°35' 45.21" Lintang Selatan dan 105°13' 35.39"–105° 16' 48.59" Bujur Timur. Wilayah tersebut berada dipesisir bagian barat Teluk Lampung yang terbentang dari Teluk Betuk Utara hingga Padang Cermin.

## Perubahan Garis Pantai Teluk Lampung berdasarkan Band Inframerah Citra Satelit Multispektral



Gambar 2.1 Daerah penelitian yang terlihat dari citra SPOT-4 dan Google Earth

## 2.2 Data

Data yang digunakan adalah citra satelit SPOT 4 dan Landsat 7 ETM+ karena citra satelit tersebut mempunyai band infra dekat hingga menengah. Citra SPOT-4 daerah penelitian yang digunakan adalah citra tanggal 16 Juni 2012 dan Citra Landsat 7 ETM+ yang digunakan adalah citra tanggal 13 Oktober 2012 sehingga rentang waktu perubahan adalah 10 tahun. Pemilihan data yang digunakan berdasarkan pada kesediaan citra yang bebas dari awan.

Citra SPOT-4 yang digunakan adalah fullband dengan band 1 (hijau), band 2 (biru), band 3 (inframerah dekat), dan 4 (inframerah tengah) yang mempunyai resolusi spasial 20 meter Citra Landsat 7 ETM+ tersebut fullband dengan band 1 (*blue*), band 2 (*green*), band 3 (*red*), band 4 (inframerah dekat), band 5 (inframerah menengah), band 6 (inframerah thermal), band 7 (inframerah menengah) dan band 8 (pankromatik)

dengan resolusi 15 meter. Namun pada penelitian ini band thermal dan pankromatik Landsat 7 ETM+ tidak digunakan. Hal ini dikarenakan disesuaikan dengan data SPOT sehingga band yang digunakan adalah band dengan panjang gelombang visible (tampak) dan band inframerah.

Secara ringkas informasi panjang gelombang tiap band yang ada pada citra SPOT 4 dan Landsat 7 ETM+ dapat dilihat pada Tabel 2.1. Berdasarkan karakteristik panjang gelombang tersebut terlihat bahwa band inframerah dekat antara citra SPOT 4 (band 3 dan 4) dan Landsat 7 ETM+ (band 5 dan 6) berada di wilayah panjang gelombang yang hampir sama.

Tabel 2.1 Panjang gelombang tiap citra SPOT 4 dan Landsat 7 ETM+

Citra	Band	Panjang Gelombang ( $\mu\text{m}$ )
SPOT 4	Band 1 (Hijau)	0.50–0.59
	Band 2 (Merah)	0.52–0.68
	Band 3 (Inframerah dekat)	0.78–0.89
	Band 4 (Inframerah menengah)	1.58–1.75
Landsat 7 ETM+	Band 1 ( <i>Blue</i> )	0.45–0.52
	Band 2 (Hijau)	0.52–0.60
	Band 3 (Merah)	0.63–0.69
	Band 4 (Inframerah dekat)	0.76–0.90
	Band 5 (Inframerah menengah)	1.55–1.7
	Band 6 (Inframerah thermal)	10.40–12.50
	Band 7 (Inframerah menengah)	2.09 2.35
	Band 8 (pankromatik)	0.50–0.90

## 2.3 Metode

Alur pikir penelitian ini yaitu Teluk Lampung dapat menghasilkan informasi mengenai luas abrasi dan akresi yang terjadi dalam periode tertentu. Pada penelitian ini periode waktu yang digunakan adalah 10 tahun (2002–2012). Luas abrasi dan akresi yang terjadi tersebut diperoleh dari perubahan garis pantai yang terjadi di Teluk Lampung. Perubahan ini diperoleh dari ekstraksi citra multispektral Landsat 7 ETM+ dan SPOT4.

Pada kedua citra tersebut sebelumnya dilakukan pengolahan awal yang berupa koreksi geometrik, radiometrik, dan *resampling*. Koreksi geometrik dilakukan untuk menambahkan informasi geografis bumi. Sementara itu, koreksi radiometrik dilakukan untuk mengurangi error akibat gangguan atmosferik saat Landsat 7 ETM+ dan SPOT 4 merekam data. Resampling dilakukan karena Landsat 7 ETM+ dan SPOT 4 mempunyai resolusi spasial yang berbeda sehingga resolusi yang digunakan untuk kedua citra tersebut sama yaitu 20 meter. Setelah itu dilakukan pemotongan citra (*cropping*) sesuai dengan fokus daerah penelitian.

Data yang telah dilakukan pengolahan awal tersebut kemudian dilakukan pemilihan band yang dapat mengidentifikasi garis pantai dengan baik. Pemilihan inframerah band ini dilakukan dengan melihat sensitifitas spektral tiap band yang dapat membedakan antara wilayah darat dan laut. Hal ini dapat dilihat dengan cara membuat beberapa garis transek di sekitar wilayah pesisir pantai sehingga dapat dilihat bagaimana respon spektral tiap objek yang dihasilkan dari citra Landsat 7 ETM+ dan SPOT 4 yang digunakan.

Setelah itu diuji akurasi hasil identifikasi tiap band tersebut terhadap data referensi. Data referensi yang digunakan adalah data *sampling* yang mengidentifikasi nilai digital wilayah darat dan laut. Uji akurasi yang digunakan adalah uji koefisien Kappa Cohen. Koefisien kappa Cohen

adalah perhitungan statistik antar produk dan referensi atau sebaliknya untuk kasus kualitatif (kategorikal). Rumus uji Koefisien Kappa Cohen adalah sebagai berikut.

$$\kappa = \frac{\text{Pr}(a) - \text{Pr}(e)}{1 - \text{Pr}(e)}$$

Di mana  $\text{Pr}(a)$  = Jumlah nilai yang tetap/Jumlah total,  
 $\text{Pr}(e)$  = Jumlah dari perkalian persentase tiap kelas  
 $\kappa$  = Koefisien kappa Cohen

Kemudian hasil perhitungan koefisien Kappa Cohen tersebut di kelas sabagai berikut:

1. Cukup, jika  $0.21 \leq \kappa \leq 0.40$
2. Sedang, jika  $0.41 \leq \kappa \leq 0.60$
3. Baik, jika  $0.61 \leq \kappa \leq 0.80$
4. Sangat baik, jika  $0.81 \leq \kappa \leq 1$

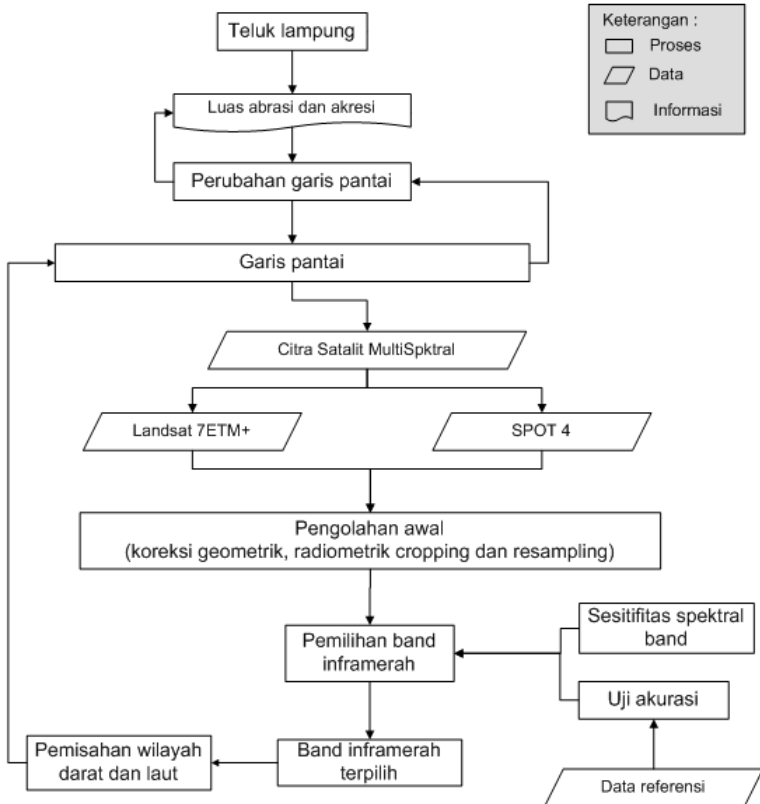
Hasil sensitivitas spektral dan uji akurasi tersebut dapat diperoleh band inframerah terpilih dari citra Landsat 7 ETM+ dan SPOT4 yang dapat memisahkan dengan baik antara wilayah darat dan laut yang kemudian dapat menghasilkan garis pantai. Pemisahan wilayah darat dan laut tersebut menggunakan formula nilai ambang sebagai berikut.

$$\text{DN} < \tau$$

Di mana DN = nilai digital citra dan  $\tau$  = nilai ambang sehingga diperoleh garis pantai Teluk Lampung tahun 2002 yang berasal dari Landsat 7 ETM+ dengan garis pantai Teluk Lampung tahun 2012 yang berasal dari SPOT 4. Pada kedua garis pantai tersebut dilakukan tumpang susun (*overlay*) sehingga dapat dilihat perubahan yang terjadi antara tahun 2002–2012 di Teluk Lampung sehingga dapat dihitung berapa luas abrasi dan akresi yang terjadi di Teluk Lampung pada rentang waktu tersebut. Secara ringkas alur metode pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.2.



## Perubahan Garis Pantai Teluk Lampung berdasarkan Band Inframerah Citra Satelit Multispektral

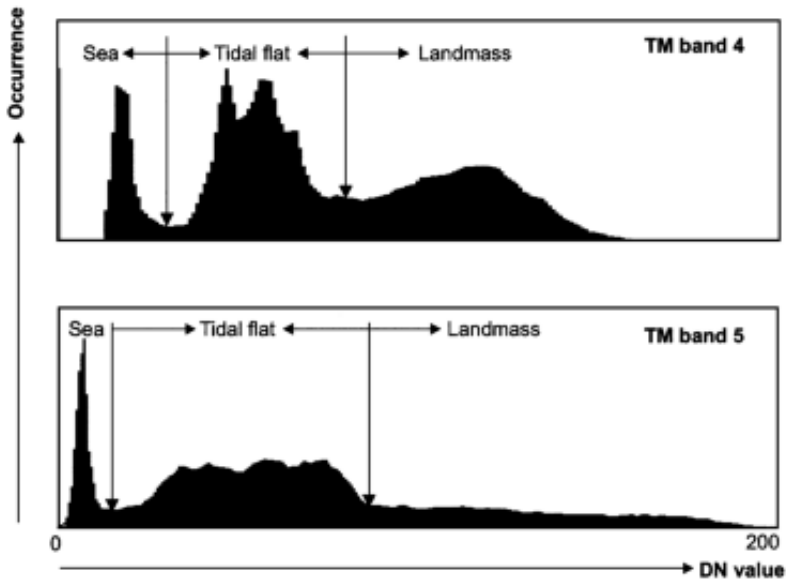


Gambar 2.2 Diagram alir metode pengolahan data

### 3. Hasil dan Pembahasan

Menurut Ryu *et al.* (2002) karakteristik spektral reflektansi daerah pasang surut dapat diidentifikasi menggunakan panjang gelombang inframerah dekat hingga menengah. Karakteristik spektral reflektansi objek pada panjang gelombang inframerah dekat (band 4) dan menengah

(band4) di dataran pasang surut dapat mempunyai 2 atau 3 amplitudo yang membedakannya antara wilayah laut dan daratan. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.




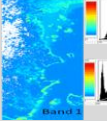
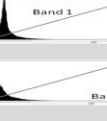
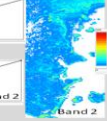
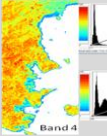
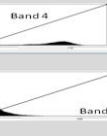
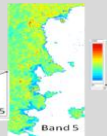
Gambar 3.1 Karakteristik Spectral Reflektansi Objek di Gomso Bay, Korea (Ryu *et al.*, 2002)


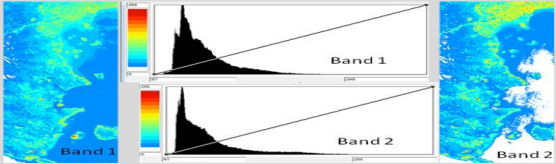
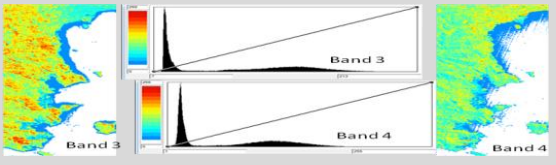
Analisi sensitivitas panjang gelombang dalam membedakan wilayah laut dan darat dapat dilihat pada Tabel 3.1. Pada tabel tersebut dapat terlihat bahwa citra Landsat 7 ETM+ mempunyai 3 band yang sensitif membedakan darat dan lau yaitu band 4, 5, dan 7 yang merupakan band inframerah dekat (band 4) hingga band inframerah menengah (band 5 dan 7). Sementara band dengan panjang gelombang visible (band 1, 2, dan 3) tidak terlalu sensitif membedakan wilayah darat dan laut. Selain itu histogram band inframerah (band 4, 5, dan 7) mempunyai bentuk histogram dengan dua amplitudo sesuai dengan teori yang dikemukakan oleh

Perubahan Garis Pantai Teluk Lampung berdasarkan  
Band Inframerah Citra Satelit Multispektral

Ryu *et al.*, (2002). Sama dengan citra Landsat 7 ETM+, pada citra SPOT 4, band yang dapat membedakan wilayah darat dan laut dengan jelas adalah band inframerah dekat (band 3) dan inframerah menengah (band 4). Sementara band visible SPOT 4 (band 1 dan 2) tidak dapat membedakandengan sempurna wilayah darat dan laut karena ada beberapa daerah yang tercampur (darat menjadi laut atau sebaliknya). Berdasarkan analisis sensitifitas tersebut maka band yang digunakan selanjutnya dalam penelitian ini adalah band 4, 5, dan 7 untuk citra citra Landsat 7 ETM+ serta band 3 dan 4 citra SPOT 4.

Tabel 3.1 Analisis sensitivitas citra Landsat 7 ETM+ dan SPOT4 serta citra masing-masing band dengan histogramnya

RGB Citra Satelit	Keterangan
<p data-bbox="150 751 389 850">Citra RGB 542 Landsat 7 ETM+ 13 Oktober 2012</p> 	<div style="display: flex; flex-direction: column;"> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <p data-bbox="417 890 983 1034">Berdasarkan citra dan histogram band 1, 2 dan 3 Landsat 7 ETM+ terlihat bahwa band 1, 2 dan 3 citra tersebut tidak sempurna membedakan wilayah darat dan laut dengan baik.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">    </div> <p data-bbox="417 1209 983 1426">Berdasarkan citra dan histogram band 4, 5 dan 7 Landsat 7 ETM+ terlihat bahwa band 4, 5 dan 7 citra tersebut dapat membedakan membedakan wilayah darat dan laut, meskipun belum bisa membedakan dengan sempurna antara air laut dengan air tambak.</p> </div>

RGB Citra Satelit	Keterangan
<p data-bbox="113 288 288 352">Citra RGB 432 SPOT 4</p> <p data-bbox="113 379 266 411">16 Juni 2012</p> 	<div data-bbox="378 300 934 464">  </div> <p data-bbox="378 483 952 624">Berdasarkan citra dan histogram band 1 dan 2 SPOT 4 terlihat bahwa band 1 dan 2 citra tersebut tidak sempurna membedakan wilayah darat dan laut.</p> <div data-bbox="378 643 934 807">  </div> <p data-bbox="378 818 934 1035">Berdasarkan citra dan histogram band 3 dan 4 SPOT 4 terlihat bahwa band 3 dan 4 citra satelit SPOT 4 dapat membedakan membedakan wilayah darat dan laut. Meskipun belum bisa membedakan dengan sempurna antara air laut dengan air tambak.</p>

Hasil uji akurasi citra Landsat 7 ETM+ dan SPOT4 dengan menggunakan koefisien Kappa Cohen dapat dilihat pada Tabel 3.2. Berdasarkan tabel 3 terlihat bahwa band yang mempunyai akurasi paling tinggi untuk citra Landsat 7 ETM+ adalah band 4 (inframerah dekat). Sedangkan untuk citra SPOT 4, band yang mempunyai akurasi tertinggi adalah band 3 (inframerah dekat). Dari dua citra satelit yang berbeda terlihat bahwa band inframerah dekat dapat memisahkan darat dengan laut

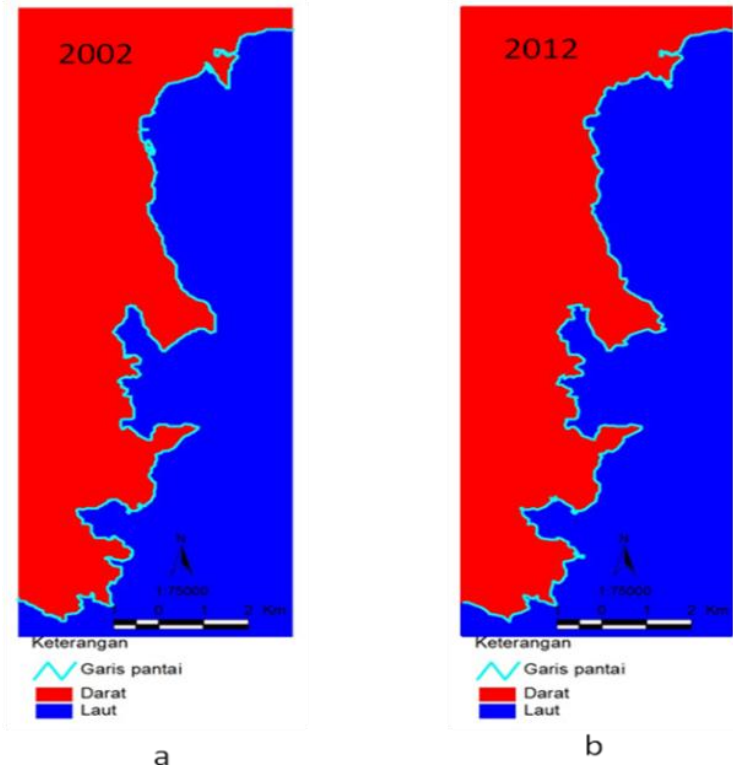
Perubahan Garis Pantai Teluk Lampung berdasarkan  
Band Inframerah Citra Satelit Multispektral

dengan baik. Dengan demikian band yang digunakan untuk analisis selanjutnya untuk pemisahan wilayah darat dan laut adalah band 4 citra Landsat 7 ETM+ dan band 3 citra SPOT 4.

Tabel 3.2. Nilai koefisien Kappa Cohen yang diperoleh dari Citra Landsat 7 ETM+ dan SPOT4 berdasarkan data referensi yang digunakan

Citra satelit	Band	Koefisien kappa Cohen	Keterangan
Landsat 7 ETM+	4	0.9967	Sangat baik
	5	0.9906	Sangat baik
	7	0.9890	Sangat baik
SPOT4	3	0.9938	Sangat baik
	4	0.9937	Sangat baik

Berdasarkan dari hasil uji coba nilai ambang yang dapat memisahkan wilayah darat dan laut dengan baik dari citra yang digunakan adalah 43. Sehingga nilai digital dari citra yang kurang dari 43 dikelaskan sebagai laut sedangkan lainnya adalah wilayah darat. Berdasarkan pemisahan wilayah darat dan laut tersebut dapat diperoleh data klasifikasi wilayah darat dan laut Teluk Lampung pada tahun 2002 (Landsat 7 ETM+) dan 2012 (SPOT 4). Dari hasil klasifikasi tersebut dapat diekstraks garis pantai Teluk Lampung tahun 2002 dan 2012 seperti yang terlihat pada Gambar 3.2.

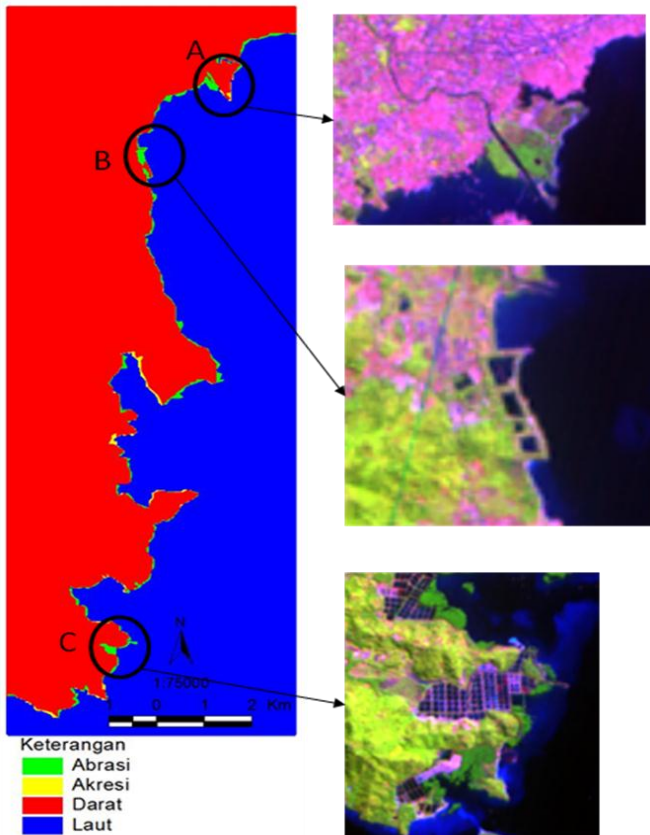


Gambar 3.2 Klasifikasi wilayah darat dan laut Teluk Lampung tahun 2002 dan 2012 beserta garis pantainya

Hasil klasifikasi yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 kemudian di-*overlay* sehingga terlihat perubahan garis pantai yang terjadi pada periode 2002–2012. Perubahan ini dapat menunjukkan daerah-daerah di Teluk Lampung yang mengalami abrasi dan akresi. Perubahan garis pantai Teluk Lampung dari tahun 2002–2012 dapat dilihat pada Gambar 3.3. Berdasarkan hasil perubahan garis pantai tersebut, luas abrasi yang terjadi

Perubahan Garis Pantai Teluk Lampung berdasarkan  
Band Inframerah Citra Satelit Multispektral

di Teluk Lampung adalah 84,81 ha dan luas akresi adalah 25,05 ha. Abrasi yang terjadi sebagian besar di bagian utara dan selatan lokasi penelitian. Abrasi tersebut terjadi karena ada pembangunan tambak dan pelabuhan di Teluk Lampung.



Gambar 3.3 Perubahan garis pantai di Teluk Lampung dari tahun 2002–2012 berdasarkan band inframerah citra satelit Landsat ETM+ dan SPOT 4. A dan B: abrasi karena pembangunan pelabuhan, C: abrasi karena pembangunan tambak

## 4. Kesimpulan

Perubahan garis pantai dapat dianalisis menggunakan band inframerah citra satelit multispektral. Band inframerah yang menghasilkan sensitif membedakan wilayah darat dan laut sehingga dapat digunakan untuk identifikasi perubahan garis pantai dengan akurasi yang paling baik adalah band inframerah dekat seperti band 4 citra Landsat ETM + dan band 3 citra SPOT 4. Berdasarkan pemanfaatan band inframerah tersebut dihasilkan perubahan garis pantai di Teluk Lampung dengan luas abrasi 84, 81 Ha dan luas akresi 25,05 ha. Abrasi yang terjadi sebagian besar di bagian utara dan selatan lokasi penelitian. Abrasi tersebut terjadi karenanya ada pembangunan tambak dan pelabuhan di Teluk Lampung. Penambahan parameter seperti pasang surut, arus, gelombang dan lain-lain untuk penelitian selanjutnya dapat menjadi pertimbangan agar analisis lebih komprehensif.

## Daftar Pustaka

- Arief, M., Winarso, G., dan Prayogo, T. 2011. *Kajian Perubahan Garis Pantai menggunakan Data Satelit Landsat di Kabupaten Kendal*. Jurnal Penginderaan jauh Vol.8, 2011:71–80.
- Bismoko, S., Atmodjo, W., dan Santoso, A. 2012. *Pendekatan Sel Sedimen untuk Analisa Perubahan Garis Pantai di kecamatan Kaliwungu dan Kecamatan Brangsong, Kabupaten Kendal*. Jurnal of Marine Research, Volume 1, Nomor 1: 1–9.
- Li, R., Kaichang Di, dan Ruijin Ma. 2001. *A Comparative Study of Shoreline Mapping Techniques*. The 4<sup>th</sup> International Symposium on Computer Mapping and GIS for Coastal Zone Management, Halifax, Nova Scotia, Canada.



Perubahan Garis Pantai Teluk Lampung berdasarkan  
Band Inframerah Citra Satelit Multispektral

- Mukhtar. 2009. *Garis Pantai Indonesia Terpanjang Keempat di Dunia*.  
[http://www.kkp.go.id/index.php/arsip/c/1048/Garis-Pantai-Indonesia-Terpanjang-Keempat-di-Dunia/?category\\_id](http://www.kkp.go.id/index.php/arsip/c/1048/Garis-Pantai-Indonesia-Terpanjang-Keempat-di-Dunia/?category_id) (Diakses tanggal 10 September 2013)
- Pardo-Pascual, J.E., Almonacid-Caballer, J., Ruiz, L.A., dan Polamar-Vazquez, J. 2012. *Automatic Extraction of Shoreline from Landsat TM and ETM+ Multi Temporal Images with Subpixel Precision*. *Remote Sensing of Environment* 123 (2012) 1-11. [www.elsevier.com/locate/rse](http://www.elsevier.com/locate/rse).
- Ryu, Joo-Hyung., Won, Joong-Sun., Min, dan Kyung Duck. 2002. *Waterline Extraction from Landsat TM Data in a Tidal Flat, a Case Study in Gomso Bay Korea*. *Remote Sensing of Environment* 83 (2002) 442- 456. [www.Elsevier.com/locate/rse](http://www.Elsevier.com/locate/rse).
- Tarigan, M.S. 2007. *Perubahan Garis Pantai di Wilayah Pesisir Perairan Cisadane, Provinsi Banten*. *Jurnal Makara Sain* Vol. 11: 49–55.
- Undang-undang No. 22, 1999. Tentang Pemerintahan Daerah.
- Winarso, G., Joko, H., dan Arifin, S., 2009. *Kajian Penggunaan data Inderaja untuk Pemetaan Garis Pantai (studi kasus: Pantai Utara Jakarta)*. *Jurnal Penginderaan Jauh* Vol. 6, 2009: 65-72.