

**Penggunaan Citra Satelit Landsat ETM 7+ untuk Evaluasi Perubahan Garis Pantai  
di Wilayah Pantai Utara Jawa Timur  
( Kab.Tuban, Kab.Lamongan dan Kab.Gresik)**

**Teguh hariyanto<sup>1</sup>,Wahyudi<sup>2</sup>,Putu Artama<sup>3</sup>,Suntoyo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Geomatika FTSP-ITS, <sup>2</sup>Program Studi Teknologi Kelautan FTK-ITS, <sup>3</sup>Program Studi Teknik Sipil FTSP-ITS, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
teguh\_hr@geodesy.its.ac.id

**Abstrak**

Citra satelit Penginderaan Jauh (Inderaja) Landsat ETM 7+ merupakan hasil dari perekaman data digital dengan menggunakan alat perekam (sensor) yang dapat membedakan obyek lahan, vegetasi dan air. Penggunaan data citra ini dapat memisahkan obyek lahan dan air di sekitar pantai atau garis pantai dengan baik dan jelas melalui klasifikasi dengan citra komposit dari 3 band/saluran. Teknik ini telah digunakan sebagai salah satu metoda untuk mengevaluasi perubahan garis pantai yang terjadi di Wilayah Pantai Utara Jawa Timur pada bagian Kabupaten Tuban, Lamongan dan sebagian Gresik. Wilayah ini merupakan bagian dari selat Madura yang berhadapan langsung dengan laut bebas, sehingga dinamika laut yang terjadi di wilayah ini dapat dirasakan langsung pada bagian daratannya yang merupakan bagian wilayah pesisir dan laut.

Dinamika laut yang melalui perubahan garis pantai dapat dihasilkan dengan melakukan proses overlay antara garis pantai hasil citra Landsat ETM+7 tahun 2003 dengan Peta Topographi skala 1 : 25 000 tahun 1993.

Didapat beberapa perubahan garis pantai di wilayah Kabupaten Tuban yang tersebar pada area desa Tanjung Awar Awar, Kabupaten Lamongan tersebar pada area desa Teluk Paciran sedangkan di Kabupaten Gresik tersebar di desa Campur Rejo. Di Area Desa Tanjung Awar Awar Kabupaten Tuban memiliki perubahan garis pantai yang terbesar dengan panjang maksimum 89,7 meter.

Kata kunci : citra satelit,obyek lahan,dinamika laut,proses overlay.

**PENDAHULUAN**

Di dalam sejarah peradaban manusia, salah satu pemanfaatan pantai yang sangat penting adalah sebagai kawasan pemukiman, dimana lebih dari 70% kota besar di dunia beradadi daerah pantai. Hal ini terkait erat dengan potensi yang dimiliki oleh pantai yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung kehidupan manusia sejak jaman Mesir kuno hingga sekarang. Potensi pantai yang khas adalah daya tarik visual. Pemandangan pantai yang lain dari pada tempat lain di permukaan bumi menjadi daya pikat .

Potensi lain adalah pantai sebagai daerah permukiman, budidaya perikanan, tambak, pertanian, pelabuhan, pariwisata dan sebagainya. Akan tetapi, selain mempunyai potensi yang menguntungkan pantai juga rawan terhadap gempuran gelombang badai dan tsunami yang

sifatnya merusak. Dengan perkembangan ilmu dan teknologi menyebabkan eksploitasi terhadap sumberdaya alam termasuk sumberdaya alam di pantai semakin intensif, dimana dampak negatifnya menjadikan daya dukung pantai semakin berkurang.

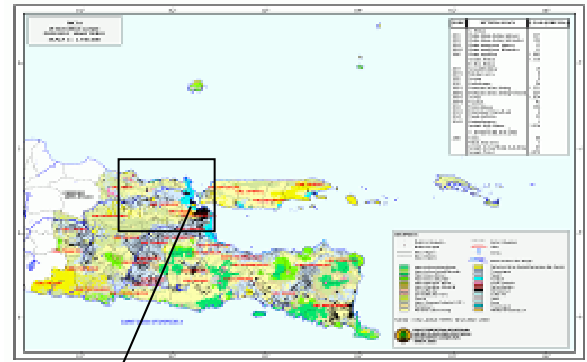
Secara fisik di daerah pantai selalu terjadi interaksi antara angin dengan air laut yang membentuk gelombang, interaksi gelombang dengan dasar laut yang menjadikan gelombang pecah, dan seterusnya, sehingga interaksi tersebut dapat mengakibatkan perubahan garis pantai. Perubahan tersebut sangat dinamis, yang dapat berlangsung dalam skala waktu dari hitungan detik sampai puluhan tahun, ribuan bahkan dalam jutaan tahun. Perubahan garis pantai yang terjadi dalam skala umur rekayasa struktur biasa disebabkan oleh interaksi parameter oseanografi seperti pasang surut, arus

dan gelombang dengan parameter fisik pantai atau sering disebut sebagai proses pantai. Perubahan garis pantai dapat terjadi bila proses pantai menghasilkan sedimentasi yang mengakibatkan pantai bergerak maju kearah laut, atau sebaliknya menghasilkan erosi yang mengakibatkan pantai mundur kearah darat. Mundurnya garis pantai dapat pula terjadi karena naiknya level muka air laut.

Pada dua dekade terakhir ini, erosi dan abrasi pantai telah menyebabkan kemunduran garis pantai di berbagai wilayah pantai di Indonesia yang mengancam kehidupan dan penghidupan masyarakat pesisir. Banjir pasang telah dirasakan di berbagai tempat di kawasan pantai kota-kota besar di Indonesia. Fenomena banjir dan genangan air dalam waktu yang lama telah sering terjadi di kawasan pantai Jakarta, Semarang dan Surabaya.

Dalam rangka untuk mengetahui fenomena tersebut maka diperlukan adanya pengamatan yang dapat mengetahui besarnya area yang mengalami hal tersebut, diantaranya dengan mengetahui adanya kerusakan garis pantai yang dapat berupa terjadinya perubahan garis pantai. Salah satu metoda yang dapat mengetahui perubahan garis pantai tersebut dengan menggunakan citra satelit Landsat ETM7+ yang dapat menyajikan garis pantai pada saat ini (tahun 2003). Hasil yang diharapkan nantinya berupa besar dan arah perubahan garis pantai pada area studi (wilayah pesisir Kabupaten Tuban, Lamongan dan sebagian Gresik) yang di gabung dengan kondisi garis pantai yang didapar dari peta Topographi skala 1 : 25 000 tahun 1993.

Penelitian ini bertujuan untuk penggunaan citra landsat ETM7+ sebagai dasar dalam penentuan garis pantai wilayah studi tahun 2003, penggabungan data citra tersebut dengan peta Topographi tahun 1993 untuk mendapatkan perubahan garis pantai disepanjang wilayah studi serta identifikasi wilayah yang mengalami perubahan garis pantai.



**Gambar 1. Peta Jawa Timur**



**Gambar 2. Lokasi studi di wilayah pantai utara Jawa Timur (Kab.Tuban, Lamongan dan sebagian Gresik)**

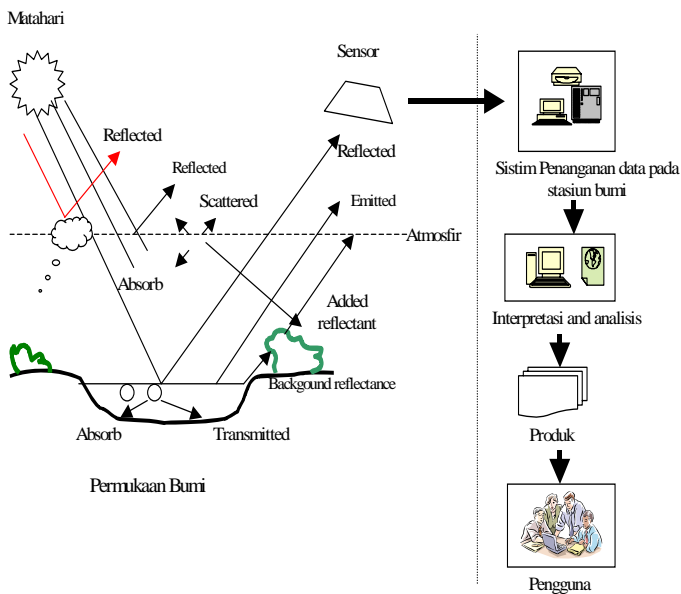
Adapun wilayah studi terdiri dari 3 area/wilayah disekitar wilayah Tanjung Awar Awar Kabupaten Tuban, disekitar wilayah Teluk Paciran Kabupaten Lamongan dan disekitar wilayah Desa Campur Rejo Kabupaten Gresik.

### **METODOLOGI PENELITIAN**

Radiasi elektromagnetik yang mengenai suatu benda atau obyek yang nampak di muka bumi akan berinteraksi dalam bentuk pantulan, serapan dan transmisi. Dalam proses tersebut, ada tiga hal penting, yaitu bagian tenaga yang diserap, dipantulkan dan ditransmisikan akan berbeda untuk setiap obyek yang berbeda, tergantung pada jenis materi dan kondisinya sehingga memungkinkan untuk membedakan obyek pada citra (gambar 2.1). Hal lain adalah ketergantungan pada panjang gelombang obyek, berarti bahwa pada suatu obyek yang sama akan berbeda pada panjang gelombangnya (Lillesand and Kiefer, 1994).

Data penginderaan jauh digital mempunyai sifat khas yang dihasilkan oleh setiap sensor. Sifat khas data tersebut dipengaruhi oleh sifat orbit satelit, sifat dan kepekaan sensor penginderaan jauh

terhadap panjang gelombang elektromagnetik, jalur transmisi yang digunakan, sifat sasaran (obyek) dan sifat sumber tenaga radiasinya. Sifat orbit satelit dan cara operasi sistem sensornya dapat mempengaruhi resolusi dan ukuran pixel datanya (Ariani, 2005). Analisa data penginderaan jauh juga memerlukan data rujukan seperti peta tematik, data statistik dan data lapangan (<http://mbojo.wordpress.com>).



**Gambar 3. Uraian Interaksi Obyek-Obyek di Permukaan Bumi dengan Gelombang Elektromagnetik sehingga dihasilkan Citra Inderaja (Sumber : Lillesand and Kiefer, 1994)**

Resolusi menurut (Swain and Davis, 1978) adalah kemampuan suatu sistem optik-elektronik untuk membedakan informasi yang secara spasial berdekatan atau secara spektral mempunyai kemiripan. Pengertian ini akhirnya berkembang dengan menambahkan aspek waktu (temporal) didalamnya. Dalam penginderaan jauh menurut (Danoedoro, 1996) terdapat empat konsep resolusi, yaitu :

1. Resolusi spasial adalah ukuran terkecil obyek yang masih dapat dideteksi oleh suatu sistem pencitraan. Semakin kecil ukuran obyek (terkecil) yang dapat terdeteksi, semakin halus atau tinggi resolusinya.
2. Resolusi spektral adalah kemampuan suatu sistem optik-ektronik untuk membedakan informasi (obyek) berdasarkan pantulan atau pancaran spektralnya. Jadi semakin banyak

jumlah salurannya (dan masing-masing cukup sempit), semakin tinggi kemungkinannya dalam mengenali obyek berdasarkan tanggapan spektralnya. Atau dengan kata lain, semakin banyak jumlah salurannya, semakin tinggi resolusi spktralnya.

3. Resolusi radiometrik adalah kemampuan sensor dalam mencatat respon spektral obyek. Sensor yang peka dapat membedakan selisih respon yang paling lemah sekalipun. Kemampuan ini secara langsung dikaitkan dengan kemampuan koding (digital coding), yaitu mengubah intensitas pantulan atau pancaran spektral menjadi angka digital. Kemampuan ini dinyatakan dalam bit.
4. Resolusi temporal adalah kemampuan suatu sistem untuk merekam ulang daerah yang sama. Satuan resolusi temporal adalah jam atau hari.

Untuk dapat menggunakan data satelit penginderaan jauh dalam rangka identifikasi obyek dilapangan maka diperlukan berapa koreksi dan klasifikasi/interpretasi :

1. Koreksi Radiometrik  
Koreksi radiometrik merupakan perbaikan akibat cacat atau adanya kesalahan radiometrik, yaitu kesalahan pada sistem karena gangguan energi radiasi elektromagnetik pada atmosfer dan kesalahan karena pengaruh sudut elevasi pada matahari (Purwadhi, 2001). Koreksi ini bertujuan untuk memperbaiki nilai pixel supaya sesuai dengan yang seharusnya dengan mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama. (Jansen, 1986) mengungkapkan dua metode untuk memperbaiki kualitas citra, yaitu dengan penyesuaian histogram dan penyesuaian regresi.
2. Koreksi Geometrik.  
Pada dasarnya, semua citra digital yang telah terekam oleh sensor, dan disimpan dalam format yang dapat dibaca oleh program pengolahan citra, akan dapat ditampilkan pada layar monitor. Melalui layar monitor ini, kualitas citra dapat terlihat jelas baik atau buruk. Kesalahan yang terjadi pada proses pembuatan citra ini perlu untuk dikoreksi, supaya aspek geometri dan radiometri yang

dikandung oleh citra tersebut dapat mendukung pemanfaatan untuk aplikasi yang diinginkan. Proses perbaikan kualitas citra disebut dengan restorasi (koreksi/pemulihan) citra. Koreksi geometrik mempunyai tiga tujuan utama, yaitu melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) citra agar kordinat citra sesuai dengan koordinat geografi, registrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispektralvatau citra multitemporal dan registrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke peta yang menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

Oleh karena itu koreksi geometrik dilakukan dengan proses transformasi, yang dapat ditetapkan melalui hubungan sistem koordinat citra (u,v) dan sistem koordinat geografis (x,y).

Klasifikasi yang digunakan pada penelitian ini adalah klasifikasi visual, dimana pengenalan penutup/penggunaan lahan sampai pada tahap fungsi dari lahan tersebut (misalnya sawah, perumahan, hutan dan lain-lain) yang kemudian dilakukan pendeliniasian (pemberian batas) dilakukan dengan cara digitation on screen. Unsur-unsur interpretasi meliputi 7 kunci interpretasi, yaitu :

- a. Rona (tone) mencerminkan warna atau tingkat kegelapan gambar pada citra atau mengacu pada kecerahan relative obyek pada citra. Rona biasanya dinyatakan dalam derajat keabuan.
- b. Bentuk (shape) sebagai unsur interpretasi mengacu ke bentuk secara umum, konfigurasi atau garis besar wujud obyek secara individual. Bentuk beberapa obyek kadang-kadang begitu berbeda daripada yang lainnya, sehingga obyek tersebut dapat dikenali semata-mata dari unsur bentuknya saja.
- c. Ukuran (size) obyek pada foto harus dipertimbangkan dalam konteks skala yang ada. Penyebutan ukuran juga tidak selalu dapat dilakukan untuk semua jenis obyek.
- d. Pola (pattern) terkait dengan susunan keruangan obyek. Pola biasanya terkait pula dengan adanya pengulangan bentuk umum suatu obyek atau sekelompok obyek dalam

ruang. Istilah yang digunakan untuk menyatakan pola misalnya adalah teratur, tidak teratur, kurang teratur, kadang-kadang pula perlu digunakan istilah yang lebih ekspresif, misalnya melingkar, memanjang terputus-putus, konsentris dan lain-lain.

- e. Bayangan (shadow) sangat penting bagi penafsir karena dapat memberikan dua macam efek yang berlawanan, yaitu (a) bayangan mampu menegaskan bentuk obyek pada citra, karena outline obyek menjadi lebih tajam/jelas, begitu pula kesan ketinggiannya dan (b) bayangan justru kurang memberikan pantulan obyek ke sensor, sehingga obyek yang teramati menjadi tidak jelas.
- f. Tekstur (texture) merupakan ukuran frekuensi perubahan rona pada gambar obyek. Tekstur dapat dihasilkan oleh agregasi/pengelompokan satuan kenampakan obyek dan bayangannya. Kesan tekstur juga bersifat relatif, tergantung pada skala dan resolusi citra yang digunakan.
- g. Situs (site) atau letak merupakan penjelasan tentang lokasi obyek relatif terhadap obyek atau kenampakan lain yang lebih mudah untuk dikenali dan dipandang dapat dijadikan dasar untuk identifikasi obyek yang dikaji.
- h. Asosiasi (assosiation) merupakan unsur yang memperhatikan keterkaitan antara suatu obyek atau fenomena dengan obyek atau fenomena lain, yang digunakan sebagai dasar untuk mengenali obyek yang dikaji.

Perlu diperhatikan bahwa dalam mengenali obyek, tidak semua unsur perlu digunakan secara bersama-sama. Ada beberapa jenis fenomena atau obyek yang langsung dapat dikenali hanya berdasarkan satu jenis unsur interpretasi saja.

Landsat merupakan salah satu satelit teknologi sumber daya bumi yang pada awalnya bernama ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*) milik NASA (*National Aeronautical and Space Administration*) Amerika Serikat. Satelit ini pertama kali diluncurkan pada tanggal 23 Juli 1972. Sejak saat diluncurkan, hingga saat ini satelit Landsat telah meluncurkan 7 satelit, yaitu: Landsat 1 MSS (1972-1978), Landsat 2 MSS (1975-1982), Landsat 3 MSS (1978-1983), Landsat 4 MSS, TM (1982-1987), Landsat 5 MSS, TM (1985-

present), Landsat 6 (1993, hilang pada saat peluncuran), dan Landsat 7 ETM+ (1999-sekarang).

Pada generasi pertama satelit mengorbit pada ketinggian 880-940 km di atas permukaan bumi, bergerak pada orbit 9° Kutub Utara dan Selatan, serta mengelilingi bumi setiap 103 menit. Landsat 7 ETM+ merupakan generasi satelit tipe ini yang paling baru, mempunyai 7 band multispektral + 1 band pankromatik, inklinasi orbitnya 98,2°, periode orbit 98,9 menit dengan ketinggian 705 km. Satelit memakan waktu 16 hari untuk meliput seluruh bumi (kecuali kutub).

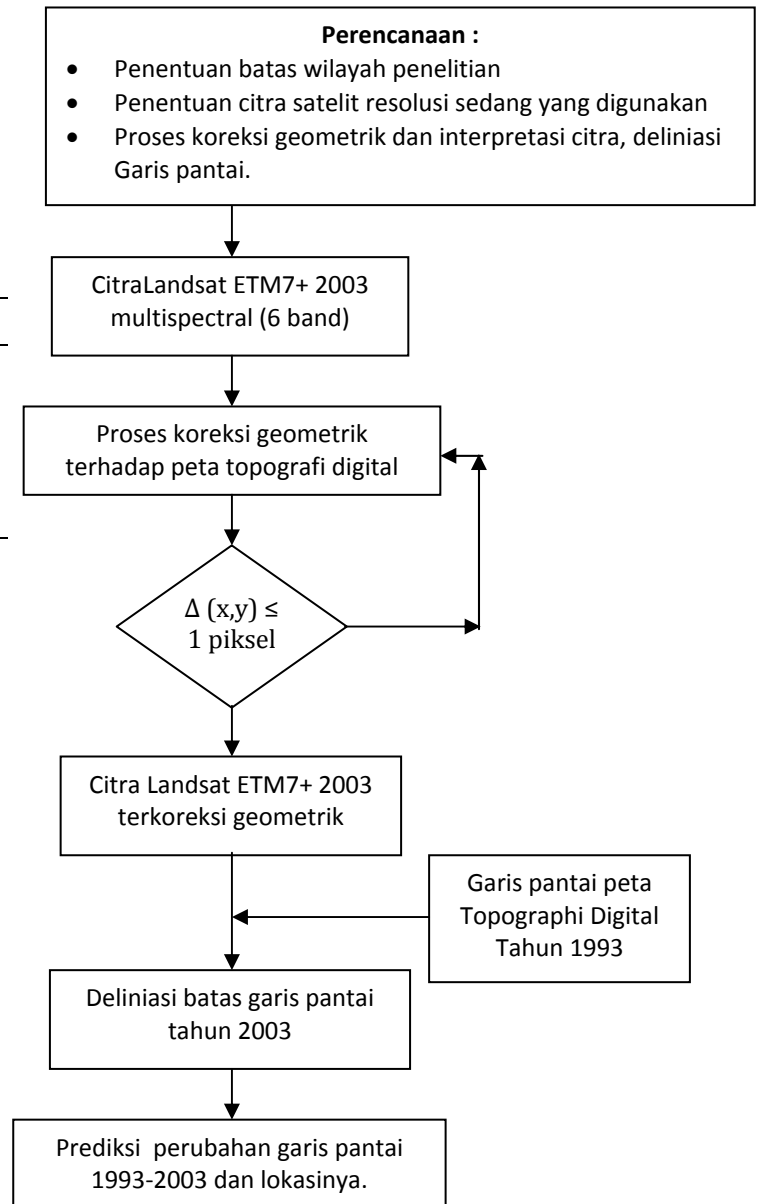
**Tabel 1. Karakteristik citra Landsat 7 ETM+**

Satelit	Kanal Spektral (µm)	Resolusi	Luas Cakupan	Peliputan ulang
Landsat 7 ETM+	Band 1: 0.45 – 0.52	30 m x 30 m	185x185 km	16 hari
	Band 2: 0.52 - 0.61	30 m x 30 m		
	Band 3: 0.63 – 0.69	30 m x 30 m		
	Band 4: 0.76 - 0.90	30 m x 30 m		
	Band 5: 1.55 - 1.75	30 m x 30 m		
	Band 6: 10.40 - 12.50	120 m x 120m		
	Band 7: 2.09 - 2.35	30 m x 30 m		
	Band 8: 0.52 – 0.90	15 m x 15 m		

(Sumber: [http://www.gsfc.nasa.gov/las/handbook/handbook\\_toc.html](http://www.gsfc.nasa.gov/las/handbook/handbook_toc.html))

*Band 1* (0,45 – 0,52 µm; gelombang biru) dirancang untuk menetrasi tubuh air, sehingga bermanfaat untuk pemetaan perairan pantai; juga berguna untuk membedakan antara tanah dengan vegetasi, tumbuhan berdaun lebar dan conifer. *Band 2* (0,52 – 0,60 µm; gelombang hijau) dirancang untuk mengukur puncak pantulan hijau saluran tampak bagi vegetasi yang berguna untuk menilai ketahanan tumbuhan. *Band 3* (0,63 – 0,69 µm; gelombang merah) dirancang untuk mendeteksi absorpsi klorofil sehingga dapat membedakan jenis vegetasi. *Band 4* (0,76 – 0,90 µm; gelombang infra merah dekat) bermanfaat untuk menentukan kandungan biomasa dan untuk deliniasi tubuh air. *Band 5* (1,55 – 1,75 µm; gelombang infra merah pendek) menunjukkan kandungan kelembaban vegetasi dan tanah. *Band 6* (10,40 – 12,50 µ; gelombang infra merah termal) bermanfaat untuk analisis penekanan vegetasi, membedakan kelembaban tanah dan pemetaan termal. *Band 7* (2,08 – 2,35 µm; gelombang infra merah pendek) digunakan untuk membedakan tipe batuan dan pemetaan hidrotermal.

Dalam rangka mendapatkan perubahan garis pantai yang terjadi di tahun 1993 dan tahun 2003 maka dilakukan pelaksanaan dengan data peta topographi untuk tahun 1993 dan hasil klasifikasi garis pantai dengan landsat ETM+7 untuk tahun 2003, selanjutnya dilakukan proses seperti dibawah ini :



**Gambar 4. Diagram pengolahan data perubahan garis pantai 1993-2003**

Bedasarkan diagram pengolahan data didapat hasil pada 3 wilayah daerah yang diteliti sebagai berikut :

1. Wilayah disekitar area Tanjung Awar Awar Kabupaten Tuban.



**Gambar 5. Hasil overlay garis pantai 1993-2003 Tanjung Awar-Awar Kab.Tuban**

Berdasarkan hasil overlay garis pantai tahun 1993–2003 didapat harga besaran terjadinya perubahan garis pantai dengan harga maksimum terjadi pada area Desa Tasikharjo 89,7 meter dengan ketelitian citra satelit Landsat ETM7+ 0.5 pixel (15 meter).

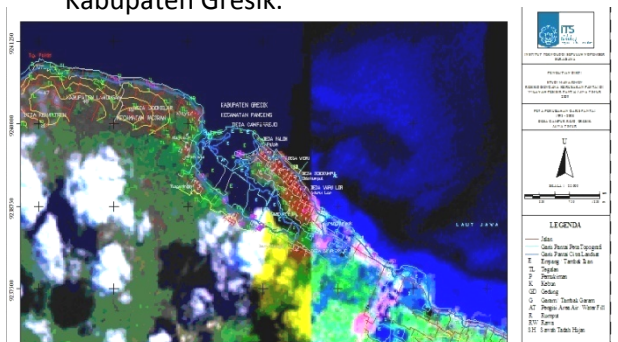
2. Wilayah disekitar desa Teluk Paciran Kabupaten Lamongan.



**Gambar 6. Hasil overlay garis pantai 1993-2003 Teluk Paciran Kabupaten Lamongan**

Berdasarkan overlay didapat perbedaan garis pantai sepanjang teluk Paciran Kabupaten Lamongan sebesar 32,5 meter sampai dengan 45,7 meter dengan kurun waktu selama 10 tahun yang didasarkan pada peta Topographi dan Citra Satelit Landsat Multispektral ETM7+.

3. Wilayah disekitar desa Campur Rejo Kabupaten Gresik.



Pada wilayah garis pantai disekitar Desa Campur Rejo wilayah Kabupaten Gresik untuk perubahan garis pantai yang terjadi didasarkan pada data peta Topographi tahun 1993 dan Citra Landsat ETM7+ tahun 2003 didapat harga berkisar antara 15,7 meter sampai dengan 25,4 meter.

**Kesimpulan**

Pada proses komposit band di Citra Landsat ETM7+ tahun 2003 untuk mendapatkan interpretasi garis pantai yang didapat menggunakan band-2, band-3 dan band-5 sebagai hasil yang sangat optimal. Dalam rangka proses koreksi geometrik dari citra Landsat ETM7+ terhadap peta topographi khususnya disekitar wilayah pantai didapat kesalahan sebesar 0,35 pixel atau 10,5 meter (dimana 1 pixel= 30 meter). Dari hasil overlay sepanjang pantai utara Jawa diwilayah Tuban, Lamongan dan Gresik maka didapat besaran perubahan garis pantai maksimum 89,7 meter, 45,7 dan 25,4 untuk area Tanjung awar awar, Teluk Paciran dan Desa Campur Rejo.

**Saran**

Untuk mendapatkan hasil yang lebih berurutan dengan masa tenggang waktu yang tidak terlalu besar maka diperlukan interval/perbedaan waktu yang lebih pendek (misalnya tiap 3 tahun atau 5 tahun ).

**DAFTAR PUSTAKA**

P.A.Burrough(1994): Principle of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Clarendon Press Oxford, New York.

Lillesand TM,Kiefer RM (2004): Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley & Sons Inc, USA.

Purwadhi FSH (2001) :Interpretasi Citra Digital, PT.Grasindo,Jakarta.

Seminar Nasional (1997): Teknologi Informasi Spatial & Remote Sensing dalam perspektif informasi global, Pusat GIS&Remote Sensing ITS, Surabaya.