

**APLIKASI TEKNIK PENGINDERAAN JAUH
UNTUK PEMANTAUAN LUASAN DAN KERAPATAN
HUTAN MANGROVE DI KEPULAUAN TANAKEKE
KABUPATEN TAKALAR**



Oleh

NURSALAM

L 111 97 056

PERPustakaan	PERPustakaan
Tgl. Terima	16 April 04
Asal Dori	Fak Kel & Perikanan
Banyaknya	1 (Satu) KOP
Harga	Gratis
No. Inventaris	040416-038
No. Klas	18945

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Pada Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan

Universitas Hasanuddin

**JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2003

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Aplikasi Teknik Penginderaan Jauh Untuk Pemantauan Luasan dan Kerapatan Hutan Mangrove di Kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar

Nama Mahasiswa : Nursalam

No. Pokok : L 111 97 056

Program Studi : Ilmu Kelautan

Jurusan : Ilmu Kelautan

Telah diperiksa oleh :



DR. Ir. Roland A. Barkey
Pembimbing Utama

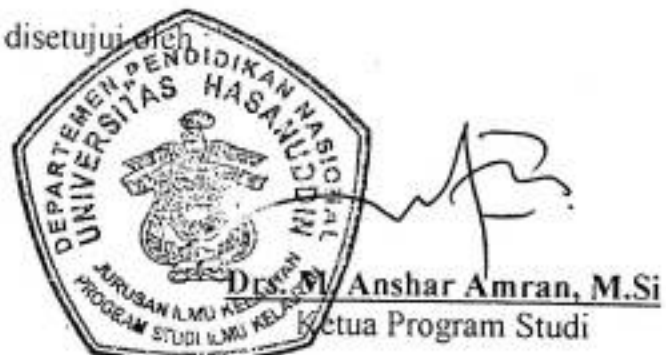


Ir. Arifin, M.Si
Pembimbing Anggota

Telah disetujui oleh



Ir. H. Hamzan Sunusi, M.Si
Dekan



Des. M. Anshar Amran, M.Si
Ketua Program Studi

Tanggal Lulus : Desember 2003

RINGKASAN

NURSALAM (L 111 97056). Aplikasi Teknik Penginderaan Jauh untuk Pemantauan Luasan dan Kerapatan Hutan Mangrove di Kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar di bawah bimbingan Roland A. Barkey sebagai Pembimbing Utama dan Arifin sebagai Pembimbing Anggota.

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk memperoleh informasi tentang distribusi luasan dan kerapatan hutan mangrove di Kepulauan Tanakeke dengan aplikasi teknik penginderaan jauh memanfaatkan citra LANDSAT-TM 1994 dan 2001. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dalam hal penyajian data dan informasi aktual tentang distribusi luasan dan kerapatan hutan mangrove sehingga menjadi acuan bagi pengambilan kebijakan dalam usaha pemanfaatan dan pengelolaan ekosistem mangrove untuk masa mendatang. Sedangkan ruang lingkup penelitian ini meliputi pengolahan data citra LANDSAT-TM untuk memperoleh citra yang dapat memberikan gambaran tentang kondisi hutan mangrove secara multitemporal dan analisis citra untuk mengetahui perubahan luas areal dan kondisi kerapatan hutan mangrove yang dipantau.

Pelaksanaan penelitian ini berlangsung selama 3 (tiga) bulan sejak bulan Desember 2002 hingga bulan Maret 2003. Metodologi yang digunakan meliputi beberapa tahap yaitu pengumpulan data, survei awal, tahap pengolahan dan analisis awal data citra, survei lapang akhir, analisis lanjutan menggunakan SIG serta tahap pembuatan laporan akhir.

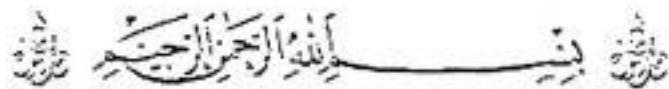
Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa luas hutan mangrove di kepulauan Tanakeke berdasarkan hasil analisis citra Landsat TM dan analisis SIG adalah sebesar 1894,87 Ha atau 4,83% dari total tutupan lahan pada tahun 1994 menjadi sebesar 1512,11 Ha atau 3,85% pada tahun 2001 atau terjadi penurunan luasan sebesar 386,27 Ha selama kurun waktu 7 (tujuh) tahun.

Kondisi kerapatan hutan mangrove masih cukup baik dengan ditunjukkan oleh rasio mangrove lebat terhadap mangrove jarang mempunyai nilai lebih besar daripada 1, yaitu sebesar 3,97 pada tahun 1994 dan 1,31 pada tahun 2001. Tetapi ini mengindikasikan bahwa mangrove di kepulauan Tanakeke telah mengalami kerusakan dan kondisinya mulai kritis.

Perubahan tutupan lahan kelas mangrove dominan menjadi kelas tambak sebesar 315,31 Ha atau 0,80% terutama pada kelas kerapatan mangrove lebat sebesar 238,74 Ha atau sebesar 0,61% dibandingkan kelas penutup lahan lain menjadi kelas mangrove.

Kata kunci : *sistem informasi geografis, penginderaan jauh, citra satelit, mangrove, penutupan lahan, kerapatan*

KATA PENGANTAR



Alhamdulillahirabbil Alamin. Tiada kata yang pantas diucapkan selain mengucap syukur kehadiran Allah SWT. Kukumpulkan seluruh kata-kata pujian dan kupanjatkan hanya kepada-Nya untuk kebesaran nikmat dan karunia-Nya yang teramat besar. Salawat dan salam bagi junjunganku Muhammad Rasulullah SAW.

Seiring berjalannya waktu yang tak berwujud tetapi terasa begitu singkat mengiringi perjalanan hidup kita. Terlalu banyak kisah baik suka maupun duka yang telah dilalui dan berjibun cerita yang menanti untuk dituliskan. Semoga itu semua menjadi bekal berharga dalam mengarungi babak kehidupan dan kisah baru yang dimulai pada detik ini.

Dengan segala kemampuan yang dimiliki kami mencoba menyajikan karya penulisan, tetapi disadari bahwa hasil yang dicapai masih jauh dari kesempurnaan, namun demikian penulisan skripsi ini diharapkan telah memenuhi tuntutan kurikulum, bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya Kelautan dan juga bermanfaat bagi Pemda Tingkat II Takalar yang menjadi sentral lokasi penelitian ini. Berangkai ide telah tertuang dengan segala jerih payah untuk suatu idealisme yang tak berujung karena direcoki oleh pemikiran dan pencarian yang terbatas dan tergantikan. Apa yang ada di sini hanyalah sedikit kecapan kepuasan.

dibanding obsesi yang pernah singgah di kepala penulis. Namun pada akhirnya, hanya Allah jualah pemilik segala kesempurnaan.

Teriring do'a dan syukur yang tiada henti atas segala cinta dan sayang keluarga besarku yang tiada berujung: Ayahanda (**M. Nohong**), Ibunda (**Siti Malasi**), saudara-saudaraku (**Siti Norma, Siti Nurjannah SE, Norman, Nurkhalid AMd, dan Siti Nurkamaria**), keponakan-keponakan tercinta (**Edo, Dodi, Doni, Aisyah, Ahmad dan Abdillah**), terima kasih untuk dorongan semangat dan kasih sayang.

Kupersembahkan masa depan dan separuh nafasku untuk seseorang yang selalu menemaniku, menguatkanku dengan motivasi dan tulus kasihnya dalam menjalani hari, untukmu bundaku.....**Ira Puspita Dewi**.

Tulisan ini takkan pernah ada tanpa bantuan dari mereka yang turut berperan besar dari awal hingga akhir penyelesaiannya, karena itu penulis menghaturkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. **Dr. Ir. Roland A. Barkey, DEA** selaku pembimbing utama, atas dukungan dan masukan serta bimbingan yang telah Bapak berikan.
2. **Ir. Arifin, M.Si** selaku pembimbing anggota, untuk dukungan dan segala keikhlasannya membantu dan memberikan saran-saran terbaik dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Seluruh staf dosen dan pegawai Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan UNHAS, yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi dan studi.

4. **Ahmad Mauliddin dan Ahmad Faisal** untuk diskusi dan arahan serta kursus ER Mapper-nya, yang secara tak langsung menumbuhkan keinginan untuk belajar Inderaja dan SIG, terima kasih.
5. Sahabat dan saudaraku: **Irham Rapy, Yusran Nurdin Massa, Toufik Alansar, Nur Alam**, terima kasih atas segala motivasi kalian yang tak bosan-bosannya selama ini. Maafkan untuk segala keras hati...
6. Teman seperjuanganku: **Andri Sasmita, Hamzah, Johannes, Rudi NS, Nur Ilahiyati, Budi Abadi Daling, Sri Nuryatin, Mujiburrahman, Jenny, Nurbayti, Eka** atas kebersamaan yang tak ternilai dalam penyelesaian studi.
7. Saudara-saudaraku Angkatan 97: **Muh. Kasim, Dafiuddin, Syamsul Bahri, Ikhsan Aspari, Subhan, Zul Janwar, Zulkarnain, Aco Bawantu, Andi Fauziah, Achyar, Dian Octaviani, Hasmawati, Tenri Santy, Imran Lapong, Erwin Alkaf, Baharuddin, Nur Amin, Nur Alamsyah, Muh. Arsyad, Astuty Abuyahya, Agung, Rizkie, Dadin, Iwan, Muh. Arsyad Jamal** dan yang tidak sempat tertulis satu persatu (maaf jika tak tertuliskan, bukan berarti aku melupakan kalian sobat!) atas sambutan dan naungan kasih sayang dan hangatnya persahabatan yang kalian bagi selama ini.
8. **Padepokan YKL; A.M. Ibrahim** untuk motivasinya yang tak pernah henti, **Irman Idrus** untuk kesempatan yang diberikan, **M. Zulficar Mochtar** untuk petunjuknya, **Irawan Asaad** untuk arahan singkatnya, **Ikhsan Akhmad** untuk diskusinya, **Zatriawan, Paharuddin, Muh. Ikhwan, A.M. Jufri, Tata**

(nasehat spritualnya) atas fasilitasnya, dorongan semangat, dan pengalaman berharganya kepada penulis.

9. Keluarga Besar Maccini Raya 184 : Nchy, Achien, Mia, Guntur, Agus, Nanna, Upik, terima kasih untuk motivasi dan bantuannya.
10. Ibu penjual “**Daeng Te’ne dan Mone**” terima kasih atas bincang-bincang dan asupan gizinya.
11. Keluarga besar mahasiswa Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin.

Begitu banyak kekurangan disadari atas penulisan skripsi ini, sehingga wajar jika masih jauh dari kesempurnaan. Semoga ini bukan menjadi akhir untuk menuju pencapaian obsesi bagi penulis. Akan halnya skripsi ini, kritik dan saran menjadi harapan tersendiri demi perbaikannya. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi kita semua. Semoga Tuhan Yang Maha Esa selalu memberikan rahmatNya bagi kita semua..... *Amin Ya Rabbal Alamin*

P e n u l i s

Nursalam

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan dan Kegunaan	4
Ruang Lingkup Penelitian	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
Ekosistem Mangrove.....	5
Pengertian Ekosistem Mangrove.....	5
Karakteristik dan Fungsi Ekosistem Mangrove	6
Penyebab Penurunan Luas Hutan Mangrove	9
Teknologi Penginderaan Jauh	10
Pengertian dan Prinsip Dasar Penginderaan Jauh	10
Karakteristik Satelit Landsat-TM	14
Pantulan Spektral Vegetasi Mangrove	18
Sistem Informasi Geografis.....	20
Penginderaan Jauh untuk Pemantauan Hutan Mangrove.....	22

METODE PENELITIAN	24
Waktu dan Lokasi Penelitian	24
Alat dan Bahan	24
Metode Penelitian	26
Pengumpulan Data	26
Survei Lapang Awal.....	26
Proses Koreksi Awal Data dan Pengenalan Obyek pada Citra.....	26
Pengolahan dan Analisis Data Citra	29
Survei Lapang Akhir.....	34
Analisis Lanjutan dengan Menggunakan SIG.....	35
HASIL DAN PEMBAHASAN	37
Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	37
Letak dan Batas Wilayah	37
Kependudukan dan Mata Pencaharian.....	37
Aksesibilitas.....	39
Luas Lahan dan Vegetasi	40
Kondisi Ekologis Hutan Mangrove	41
Proses Koreksi Awal Data Citra Landsat-TM	42
Pemulihan Citra Landsat-TM	42
Pemotongan Data Citra (<i>Cropping</i>).....	43
Karakteristik Penampakan Obyek Pada Citra Landsat-TM	45
Interpretasi Visual dan Pemilihan Kanal Spektral	45
Hasil Visualisasi Obyek pada Citra.....	50
Pengolahan dan Analisis Data Citra Landsat-TM.....	52
Penutup Lahan berdasarkan Hasil Klasifikasi.....	52
Ketelitian Hasil Klasifikasi	56
Penutup Lahan berdasarkan Analisis Indeks Vegetasi.....	57
Penutup Lahan berdasarkan Klasifikasi Silang MLC dan NDVI.....	58

Pembuatan Data Vektor dan Analisis SIG	59
Analisis Perubahan Luas Penutup Lahan	59
Analisis Perubahan Luas Kerapatan Hutan Mangrove	65
Keterbatasan Dalam Penelitian	75
KESIMPULAN DAN SARAN	76
Kesimpulan	76
Saran	77

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Karakteristik Landsat	16
2.	Karakteristik Radiometrik Landsat-TM.....	17
3.	Tabel Kontingensi untuk Uji Ketelitian.....	34
4.	Keadaan Penduduk dan Luas Wilayah Desa di Kepulauan Tanakeke tahun 1998	38
5.	Keadaan Penduduk dan Luas Wilayah Desa di Kepulauan Tanakeke tahun 2001	38
6.	Jumlah dan Jenis Mata Pencaharian Penduduk di Kepulauan Tanakeke	38
7.	Luas Lahan dan Penggunaannya di Desa Kepulauan Tanakeke	40
8.	Matriks Hasil Uji Ketelitian.....	56
9.	Luasan Penutup Lahan tahun 1994 dan 2001, Laju Perubahan Rata-rata per tahun dan Laju Perubahan Luas per Tahun.....	59
10.	Luas Perubahan Lahan Hasil Tumpang Susun (<i>Superimposition</i>) Citra Tahun 1994 dan 2001.....	62
11.	Luas Hutan Mangrove Menurut Tingkat Kerapatan dan Rasio Kerapatan di Kepulauan Tanakeke	65
12.	Luas Perubahan Penutup Lahan dan Kerapatan Hutan Mangrove Tahun 1994 - 2001	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Jaring-jaring makanan dan pemanfaatan mangrove di Indonesia...	8
2.	Penginderaan Jauh Elektromagnetik untuk Sumberdaya Bumi	12
3.	Wahana Satelit Landsat-TM	15
4.	Kurva Pantulan Spektral Vegetasi Hijau.....	18
5.	Karakteristik Kurva Pantulan Spektral dari Beberapa Spesies Tumbuhan Mangrove.....	19
6.	Ilustrasi Posisi Citra Sebelum dan Sesudah Koreksi Geometrik	27
7.	Ilustrasi Tingkat Kerapatan Kanopi Berdasarkan Pengamatan di Suatu Areal Hutan Mangrove dan kisaran nilai NDVI data citra ...	32
8.	Proses Pengolahan Data Landsat-TM dan Analisis SIG untuk Pemantauan Mangrove di Kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar.....	37
9.	Citra Landsat-TM Path/Row 114/064 Sebelum Pemotongan dan Setelah Pemotongan	44
10.	Citra Specific Color Composite RGB 453 Daerah Kepulauan Tanakeke tahun 1994..	48
11.	Citra Specific Color Composite RGB 453 Daerah Kepulauan Tanakeke tahun 2001	49
12.	Penutup Lahan Berdasarkan Hasil Klasifikasi (<i>Maximum Likelihood Classification</i>) Kepulauan Tanakeke Data Landsat Tahun 1994	54
13.	Penutup Lahan Berdasarkan Hasil Klasifikasi (<i>Maximum Likelihood Classification</i>) Kepulauan Tanakeke Data Landsat Tahun 2001.....	55
14.	Diagram Luasan Penutup Lahan Kepulauan Tanakeke	61



15. Peta Perubahan Penutup Lahan Kepulauan Tanakeke Kabupaten Takalar tahun 1994 - 2001	64
16. Peta Kerapatan Hutan Mangrove di Kepulauan Tanekeke Kabupaten Takalar Tahun 1994	67
17. Peta Kerapatan Hutan Mangrove di Kepulauan Tanekeke Kabupaten Takalar Tahun 2001	68
18. Diagram Luas Hutan Mangrove Berdasarkan Tingkat Kerapatan..	69
19. Perubahan Kelas Penutup Lahan Menjadi Kelas Kerapatan Mangrove	72
20. Perubahan Kelas Kerapatan Mangrove Menjadi Kelas Penutup Lahan Lain	73
21. Peta Perubahan Penutup Lahan dan Kerapatan Hutan Mangrove tahun 1994 - 2001	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Peta lokasi penelitian di Kepulauan Tanakeke.....	77
2.	Titik GCP Citra untuk Proses Rektifikasi	78
3.	Data Hasil Pengecekan Lapangan.....	79
4.	Perbandingan Antara Hasil Interpretasi Citra dan Pengecekan Lapangan.....	81
6.	Diagram Perubahan Penutup Lahan dan Kerapatan Hutan Mangrove di Kepulauan Tanakeke tahun 1994 – 2001	82

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Ekosistem mangrove merupakan ekosistem peralihan antara lautan dan daratan yang mempunyai peranan unik dan rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan, serta tidak dapat digantikan oleh ekosistem hutan lainnya. Peranan hutan mangrove dalam ekosistem pantai adalah penyediaan bahan organik, sebagai tempat asuhan (*nursery ground*), tempat bertelur (*spawning ground*), dan tempat berlindung berbagai biota laut, serta sebagai pelindung pantai dari aktivitas gelombang. Dalam hubungannya dengan ekosistem daratan, produktifitasnya dipengaruhi oleh unsur hara yang terbawa oleh aliran sungai dari daratan yang terakumulasi di sekitar mangrove.

Dengan potensi seperti ini, maka banyak sektor telah memanfaatkan hutan mangrove sebagai bahan bangunan, sebagai kayu bakar, perikanan, kesehatan, dan lain sebagainya. Data pada tahun 1987 -- 1997 menunjukkan bahwa dalam kurun waktu 10 tahun hutan mangrove di Indonesia telah berkurang antara 700.000-1,76 juta ha dari 3,7 juta Ha hutan mangrove di Indonesia (Dephutbun, 1997), diperkirakan 30 % dari kerusakan ini disebabkan oleh konversi hutan mangrove menjadi tambak. Di Sulawesi Selatan hutan mangrove telah mengalami degradasi sebagai akibat tekanan yang berat karena adanya konversi menjadi lahan lain. Dari total luas sebesar 112.000 ha yang ditaksir pada awal tahun lima puluhan, hanya tersisa 39.000 ha pada tahun 1994. Sebanyak 65 % telah habis ditebang untuk peruntukan lain (Nurkin, 1994).

Tekanan pada ekosistem mangrove yang berasal dari dalam disebabkan karena penambahan penduduk dan dari luar karena reklamasi lahan, dan eksploitasi mangrove yang makin meningkat telah menyebabkan kerusakan menyeluruh atau sampai pada tingkat kerusakan-kerusakan yang berbeda-beda. Di beberapa tempat ekosistem mangrove telah di konversi menjadi ekosistem lain. Terdapat ancaman yang makin besar terhadap daerah mangrove yang belum diganggu dan terjadi degradasi lebih lanjut dari daerah yang mengalami tekanan baik oleh sebab alami maupun oleh karena perbuatan manusia.

Salah satu kawasan di Sulawesi Selatan yang dikenal dengan tutupan hutan mangrovenya yang cukup luas adalah kawasan Kepulauan Tanakeke, Kabupaten Takalar. Potensi yang dimiliki pulau ini adalah hamparan kawasan hutan mangrove yang tersusun dari jenis *Rhizophora spp.*, dan *Avicennia spp.* Kawasan hutan mangrove ini cukup luas yaitu ± 7 kilometer persegi dari luas seluruh pulau ± 9 kilometer persegi.

Masyarakat kepulauan Tanakeke kebanyakan menggantungkan hidupnya dengan kegiatan mencari ikan (nelayan) dan dengan mengambil kayu bakau jenis *Rhizophora spp.* sebagai bahan baku arang bakar. Selain itu, masyarakat juga memanfaatkan areal mangrove dengan mengkonversi menjadi areal pertambakan. Pengambilan kayu bakar dari pohon bakau dan konversi hutan bakau menjadi areal pertambakan menyebabkan ancaman serius terhadap kelestarian kawasan hutan mangrove yang ada di pulau tersebut.

Melihat fungsi dan manfaat hutan mangrove yang besar bagi sumber daya dan lingkungan pantai serta kenyataan yang ada, maka perlu adanya perhatian dan usaha yang sungguh-sungguh untuk menjaga kelestarian hutan mangrove di kawasan tersebut.

Untuk dapat memahami permasalahan tersebut, maka perlu adanya data dan informasi tentang karakteristik hutan mangrove dalam beberapa tahun terakhir ini yang ada kaitannya dengan masalah perubahan luas dan kerapatannya, bentuk dan pola penggunaannya serta bentuk atau hasil yang diperoleh dari penggunaan lahan tersebut. Informasi tersebut sangat bermanfaat untuk dijadikan sebagai salah satu dasar pertimbangan dalam menyusun kebijakan pengelolaan hutan mangrove.

Aplikasi teknologi penginderaan jauh dengan memanfaatkan data citra LANDSAT-TM (*Land Satellite-Thematic Mapper*) untuk memantau hutan mangrove merupakan salah satu pendekatan yang sangat efisien dan efektif dari segi waktu dan biaya karena dapat diperoleh data yang relatif baru dan berulang dalam periode yang pendek serta dapat dilakukan dengan waktu yang lebih cepat dan mencakup daerah yang luas dibanding dengan teknik konvensional. Selain itu data yang dihasilkan cukup akurat.

Dengan kemampuan SIG untuk memasukkan, menyimpan, memanggil kembali, mengolah, menganalisis dan menghasilkan data bereferensi geografis atau data geospasial yang dapat membantu dalam pengambilan keputusan untuk perencanaan dan pengelolaan sumberdaya alam, maka proses pengawasan dan pendugaan potensi pada suatu wilayah lebih mudah dan cepat.

Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi tentang distribusi luasan dan kerapatan serta laju perubahan luas hutan mangrove di Kepulauan Tanakeke.

Sedangkan kegunaan penelitian adalah diharapkan dapat memberikan manfaat dalam hal penyajian data dan informasi aktual tentang distribusi luasan dan kerapatan hutan mangrove sehingga bisa menjadi acuan bagi pengambilan kebijakan dalam usaha pemanfaatan dan pengelolaan ekosistem mangrove untuk masa mendatang.

Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup kegiatan dalam penelitian ini meliputi :

1. Pengolahan data citra LANDSAT-TM untuk memperoleh citra yang dapat memberikan gambaran tentang kondisi hutan mangrove secara multitemporal.
2. Analisis dan interpretasi citra untuk mengetahui perubahan luas areal dan kondisi kerapatan hutan mangrove yang dipantau.



TINJAUAN PUSTAKA

Ekosistem Mangrove

1. Pengertian Ekosistem Mangrove

Ekosistem mangrove adalah suatu ekosistem yang berkembang di daerah pantai berair tenang dan terlindung dari pengaruh ombak besar serta ekosistemnya bergantung kepada adanya aliran air laut dan aliran air tawar dari darat. Komponen tumbuhannya sebagian besar berupa jenis-jenis yang keanekaragamannya jauh lebih kecil dari ekosistem hutan darat. Komponen hewannya sebagian besar hewan avertebrata (Sukarjo, 1981 *dalam* Istomo, 1992)

Hutan Mangrove merupakan komunitas vegetasi pantai tropis, yang didominasi oleh beberapa jenis mangrove yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang-surut pantai berlumpur. Hutan mangrove mempunyai ciri-ciri antara lain; (a) umumnya tumbuh pada daerah intertidal yang jenis tanahnya berlumpur, berlempung dan berpasir; (b) Daerahnya tergenang air laut secara berkala, baik setiap hari maupun yang hanya tergenang pada saat pasang purnama. Frekuensi genangan menentukan komposisi vegetasi hutan mangrove; (c) Menerima pasokan air tawar yang cukup dari darat; (d) Terlindung dari gelombang besar dan arus pasang surut yang kuat. Air bersalinitas payau (2-22 permil) hingga asin (mencapai 38 permil). (Bengen, 2000).

Di dalam surat keputusan yang dikeluarkan oleh Direktorat Jenderal Kehutanan No. 60/Kpts/DJ/1978, yang dimaksud dengan hutan mangrove adalah tipe

hutan yang terdapat disepanjang pantai atau muara-muara sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut air laut.

2. Karakteristik dan Fungsi Ekosistem Mangrove

Energi yang terdapat pada ekosistem mangrove dipengaruhi oleh beberapa faktor fisik seperti terdapatnya sungai-sungai, pasang surut, arus laut, dan faktor-faktor biologi seperti produksi serasah dari tumbuhan yang jatuh dan dekomposisi serta semua mekanisme yang mengatur kecepatan pemasukan, pengeluaran dan penyimpanan material organik serta anorganik (Lugo et al. 1973 dan Odum 1971).

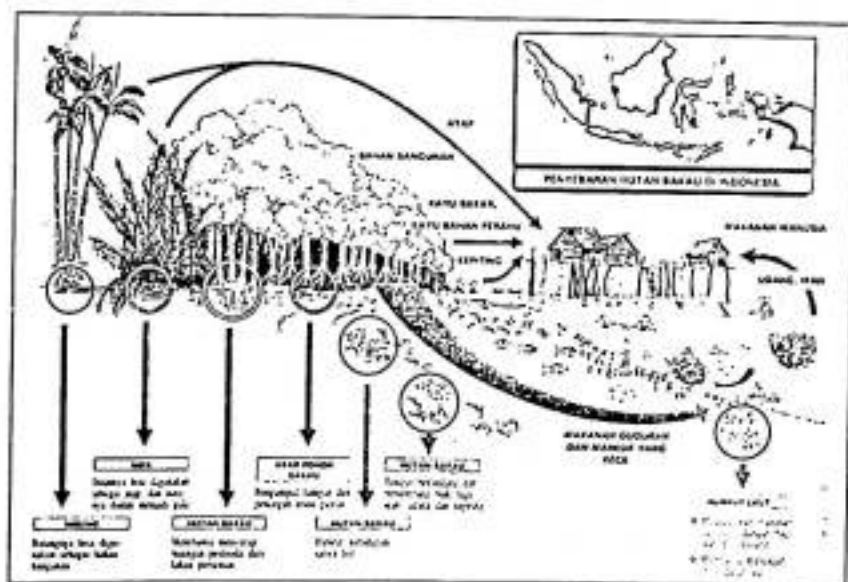
Hutan mangrove memegang peranan unik yang tidak dapat digantikan lagi oleh ekosistem lainnya yaitu sebagai mata rantai perputaran zat hara yang penting bagi organisme akuatik. Hutan mangrove menghasilkan bahan organik yang tinggi dimana 90 % partikel organik yang terdapat di perairan berasal dari serasah daun mangrove, dan menyumbangkan sekitar 35 – 60 % unsur hara yang terdapat di perairan. Disebutkan bahwa 90 % produktivitas perairan diperoleh dari wilayah pesisir atau pantai sedangkan wilayah tersebut besarnya hanya 10 % dari total perairan.

Mangrove umumnya tumbuh dalam 4 (empat) zona, yaitu pada daerah terbuka, daerah tengah, daerah yang memiliki sungai berair payau sampai hampir tawar, serta daerah kearah daratan yang memiliki air tawar. Zona-zona tersebut adalah:

- a. **Mangrove Terbuka**, berada pada bagian yang berhadapan dengan laut. Komposisi floristic dari komunitas di zona terbuka sangat tergantung pada substratnya. Contoh tanamannya adalah *S. alba* yang mendominasi daerah berpasir sementara *Avicenia marina* dan *Rhizophora mucronata* cenderung untuk mendominasi daerah yang berlumpur (Stenis, 1958 dalam Imran, 2002).
- b. **Mangrove tengah**, terletak dibelakang mangrove zona terbuka. Di zona ini biasanya didominasi oleh jenis *Rhizophora*. Jenis-jenis penting lainnya yang ditemukan adalah *B. eriopetala*, *B. gymnorhiza*, *Excoecaria agallocha*, *R. mucronata*, *Xylocarpus granatum* dan *X. moluccensis*.
- c. **Mangrove payau**, berada disepanjang sungai berair payau hingga hampir tawar. Di zona ini biasanya didominasi oleh komunitas *Nypa sp.* atau *Sonneratia sp.*. Di jalur lain biasanya ditemukan tegakan *N-fruticans* yang bersambung dengan vegetasi yang terdiri dari *Cerbera sp.*, *Gluta renghas*, *Stenochlaena palustris*, dan *Xylocarpus granatum*. Ke arah pantai campuran komunitas *Sonneratia-Nypa* lebih sering ditemukan. (Giesen, 1991 dalam Imran, 2002).
- d. **Mangrove daratan**, berada di zona perairan payau atau hampir tawar di belakang jalur hijau mangrove sebenarnya. Zona ini memiliki kekayaan jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan zona lainnya. Jenis-jenis yang umum ditemukan pada zona ini termasuk *Ficus microcarpus* (*F. Retusa*), *Intsia bijuga*, *N.fruticans*, *Lumnitza racemoza*, *Pandanus sp* dan *Xylocarpus moluccensis* (Giesen, 1991 dalam Imran, 2002).

Ekosistem mangrove mempunyai beberapa manfaat, sebagai berikut :

- Manfaat Ekologis, yaitu : sebagai pelindung pantai dari ancaman gelombang/ombak laut, badai, angin laut, banjir/pasang dan abrasi pantai, penawar/pemulia atau penetralisir pencemaran baik yang berasal dari daratan ke arah laut ataupun intrusi air laut ke daratan, serta sebagai tempat perlindungan, pemijahan, pembiakan, dan pembesaran berbagai ikan dan biota laut.
- Manfaat Ekonomis, yaitu sebagai penghasil kayu bangunan, kayu bakar, bahan pembuat arang dan sebagainya, sebagai alternatif sumber daya pangan, bahan pakan ternak, sumber daya atau bahan baku industri, bahan dasar kosmetik, potensi untuk obyek wisata alam (*eco-tourism*), karena sifatnya yang lengkap ada mamalia, burung-burung dan sebagainya. Di Asia Tenggara dan wilayah Pasifik, areal mangrove juga digunakan untuk cadangan bagi tempat tinggal baru penduduk, industri minyak dan kolam ikan.



Gambar 1. Jaring-jaring makanan dan pemanfaatan mangrove di Indonesia (Rusila, dkk., 1999)

3. Penyebab Penurunan Luas Mangrove

Menurut Rusila, dkk. (1999), kegiatan pembangunan utama yang memberikan sumbangan terbesar terhadap menurunnya luas areal mangrove di Indonesia adalah pengambilan kayu untuk keperluan komersial serta peralihan peruntukan untuk tambak dan areal pertanian (khususnya padi dan kelapa). Pada tahun 1990, luas areal tambak yang terpantau sekitar 269.000 ha, sementara data tahun 1985 menunjukkan seluas 877.200 ha areal mangrove berada dalam konsesi perusahaan hutan untuk diambil kayunya.

Sedangkan Dahuri, dkk. (2001) menyatakan bahwa penurunan luas hutan mangrove ini berkaitan dengan permasalahan, yaitu : (1) Konversi kawasan hutan mangrove menjadi berbagai peruntukan lain seperti tambak, pemukiman, dan kawasan industri secara tidak terkendali, (2) Belum ada kejelasan tata ruang dan rencana pengembangan wilayah pesisir sehingga banyak terjadi tumpang tindih pemanfaatan kawasan hutan mangrove untuk berbagai kegiatan pembangunan, (3) Penebangan mangrove untuk kayu bakar, bahan bangunan dan kegunaan lainnya melebihi kemampuan untuk pulih (*renewable capacity*), (4) Pencemaran akibat buangan limbah minyak, industri dan rumah tangga, (5) Pengendapan (*sedimentasi*) akibat pengelolaan kegiatan lahan atas yang kurang baik, (6) Proyek pengairan yang dapat mengurangi aliran masuk air tawar (unsur hara) ke dalam ekosistem hutan mangrove, (7) Proyek pembangunan yang dapat mengalami atau mengurangi sirkulasi arus pasang surut, (8) Data informasi serta IPTEK yang berkaitan dengan hutan mangrove masih terbatas, sehingga belum dapat mendukung kebijakan atau

program penataan ruang, pembinaan dan pemanfaatan hutan mangrove secara berkelanjutan (*on sustainable basis*).

Teknologi Penginderaan Jauh

1. Pengertian dan Prinsip Dasar Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah teknologi untuk mengetahui ataupun mengobservasi mengenai informasi suatu objek tanpa mengadakan kontak langsung dengan objek tersebut. Selanjutnya informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk merencanakan berbagai sektor pembangunan. Kegiatan observasi dalam artian khusus adalah mendeteksi gelombang elektromagnetik yang dipantulkan, ditransmisikan, atau dihamburkan oleh objek tersebut. Melalui pemahaman sifat-sifat interaksi gelombang elektromagnetik dengan obyek dapat dikembangkan teknologi akuisisi dan pengolahan data sehingga informasi obyek dapat diekstraksi sekaligus dapat diturunkan dari data penginderaan jauh (Kusumowidagdo, 1999).

Lillesand dan Kiefer (1979) mendefinisikan penginderaan jauh sebagai ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh melalui suatu alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah atau fenomena yang dikaji.

Sedangkan menurut Butler *et al* (1988) mengatakan bahwa teknik penginderaan jauh merupakan suatu cara untuk mendapatkan atau mengumpulkan informasi mengenai obyek dengan dasar pengukuran dilakukan pada jarak tertentu dari objek atau kejadian tersebut tanpa menyentuh atau melakukan kontak fisik

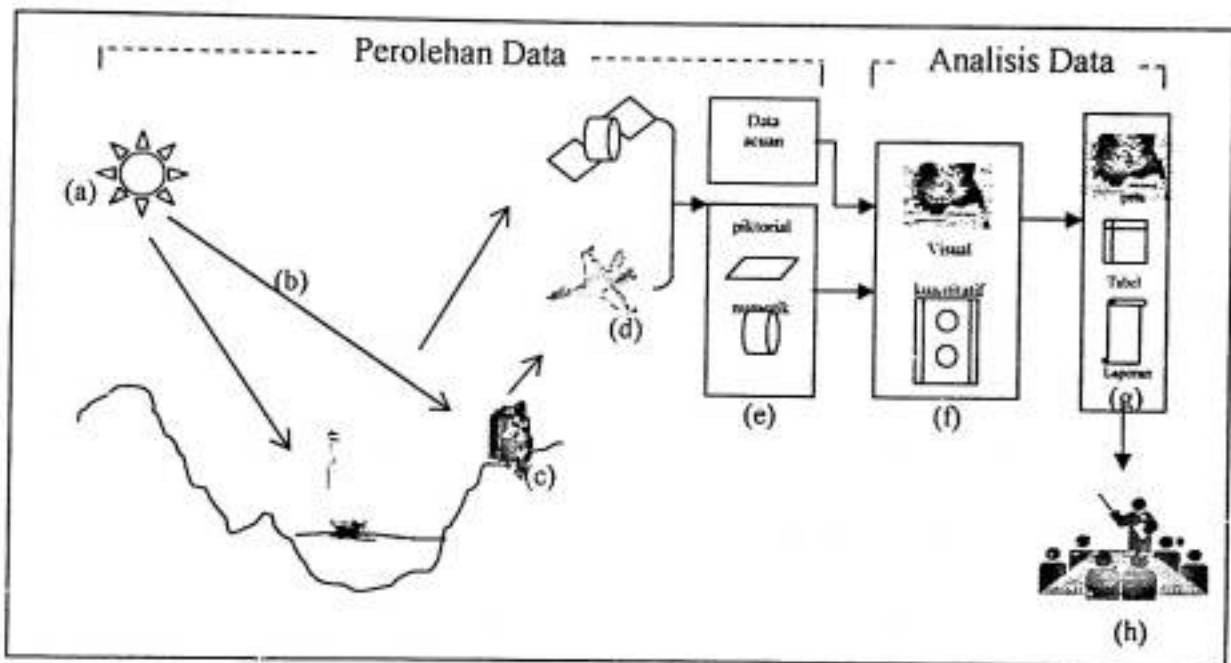
langsung dengan objek yang sedang diamati. Informasi yang diperoleh berupa radiasi gelombang elektromagnetik yang datang dari suatu obyek di permukaan bumi, baik yang dipancarkan maupun yang dipantulkan oleh obyek tersebut yang kemudian diterima oleh sensor. Sensor ini dapat berupa kamera atau peralatan elektronik lainnya.

Besarnya intensitas radiasi yang diterima oleh sensor tergantung pada karakteristik obyek dan panjang gelombang yang tiba pada obyek tersebut. Dengan kata lain, setiap obyek mempunyai karakteristik pantulan (refleksi), penerusan (transmisi), dan pancaran (emisi) yang berbeda-beda.

Gambar 2 menunjukkan secara umum proses penginderaan jauh yang meliputi dua proses utama yaitu pengumpulan data dan analisis data. Proses pengumpulan data meliputi : (a) Sumber energi, (b) Perjalanan energi melalui atmosfer, (c) Interaksi antara energi dan kenampakan di muka bumi, (d) Wahana dapat berupa pesawat atau satelit, (e) Hasil data dalam bentuk piktorial atau numerik. Proses analisis data meliputi (f) Pengujian data dengan menggunakan alat interpretasi dan alat pengamatan untuk menganalisis data piktorial dan komputer untuk menganalisis data sensor numerik, (g) Informasi dapat berupa laporan atau dalam bentuk tabel dan peta, (h) Informasi tersebut diperuntukkan untuk pengguna yang memanfaatkan untuk proses pengambilan keputusan (Lillesand dan Kiefer, 1979).

Berdasarkan misinya satelit penginderaan jauh dapat dikelompokkan menjadi 2(dua) macam yaitu satelit lingkungan dan cuaca, dan satelit sumber daya alam. Pengelompokkan berdasarkan cara orbitnya diantaranya satelit geostasioner karena

diorbitkan pada ketinggian lebih-kurang 36.000 km diatas permukaan bumi pada posisi diam, sehingga hanya mampu merekam wilayah yang sama terus menerus sepanjang hari tetapi dengan liputan yang luas. Satelit sinkron matahari (*sun-synchronous satellite*) per orbit polar karena mengorbit bumi dengan hampir melewati kutub, memotong arah rotasi bumi.



Gambar 2. Penginderaan jauh elektromagnetik untuk sumberdaya bumi
(Sumber : Lillesand dan Kiefer, 1979)

Jenis satelit yang termasuk satelit geostasioner atau satelit lingkungan dan cuaca yaitu NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*), GOES (*Geostationery Operational Enviromental Satellite*), dan GMS (*Geostationary Meteorological Satellite*) sedangkan satelit sinkron matahari atau satelit sumberdaya alam diantaranya adalah satelit Landsat (*Land Satellite*), SPOT (*Satellite Probobtoire pour Observation de la Terra*), ERS (*Earth Resource Satellite*), dan JERS (*Japan Earth Satellite*).



Menurut Jaya 1996 berdasarkan perkembangan teknologi platform dan sensor, penginderaan jauh dapat dikelompokkan menjadi dua bagian :

1. Penginderaan jauh pesawat (*Airborne Remote Sensing*), kelompok ini mencakup Foto Udara, Airborne Multi Spectral Scanner (*Airborne MSS*) dan Side Looking Airbone Radar (*SLAR*)
2. Penginderaan jauh satelit (*satellite Remote Sensing*), meliputi MSS, Landsat – TM, SPOT, MESSR, JERS – 1, RADARSAT, IRS dan lain-lain.

Lo (1976) dalam Sutanto (1986), mengemukakan bahwa pada dasarnya kegiatan interpretasi citra terdiri dari dua tingkat yaitu, tingkat pertama berupa pengenalan objek melalui proses deteksi dan identifikasi, dan tingkat kedua berupa penilaian atas pentingnya objek yang telah dikenali tersebut, yaitu arti pentingnya tiap objek dan kaitannya dengan antar objek tersebut. Tingkat pertama berarti perolehan data, sedangkan pada tingkat kedua berupa interpretasi atau analisis data. Di dalam upaya otomatisasi, hanya tingkat pertamalah yang dapat dikomputerkan. Tingkat kedua harus dilakukan oleh orang yang berbekal ilmu pengetahuan cukup memadai pada disiplin ilmu tertentu.

Model data pada citra adalah model data raster yaitu bentuk dimana setiap lokasi dipresentasikan sebagai suatu posisi sel. Sel yang diorganisasikan ini dalam bentuk kolom dan baris sel-sel yang biasa disebut grid. Setiap baris matrik berisikan berisikan sejumlah sel yang memiliki nilai tertentu yang mempresentasikan suatu fenomena geografis. Nilai yang terkandung oleh suatu sel adalah angka yang

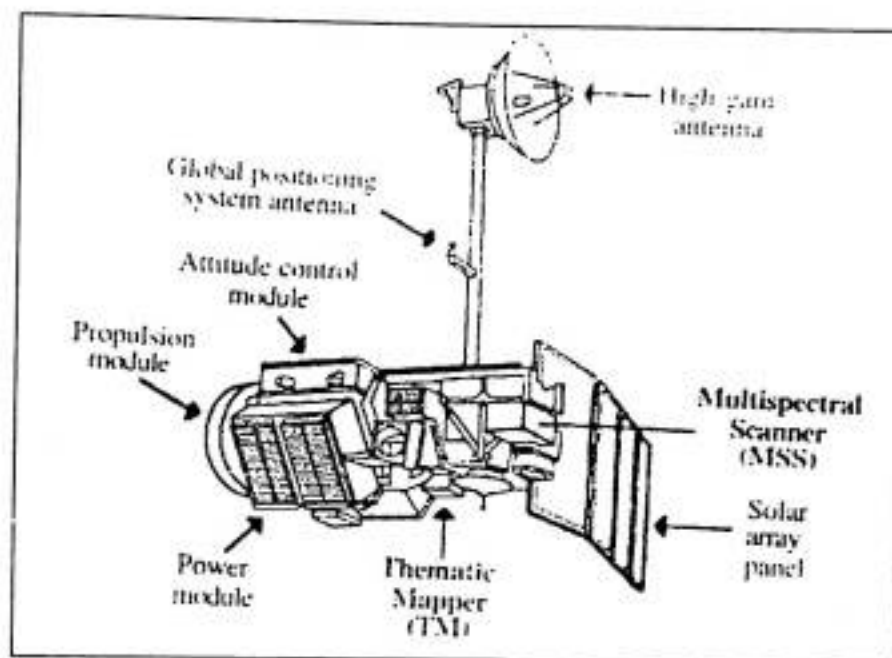
menunjukkan data nominal, misalnya kelas lahan, konsentrasi polutan dan lain-lain (Hakim, 1996).

2. Karakteristik Satelit Landsat – TM

Salah satu satelit cuaca awal dan misi Amerika Serikat yaitu satelit teknologi sumber daya bumi (*Earth Resource Technology Satellite* = ERTS). Landsat merupakan program satelit pengganti program ERTS, penggantian ini resmi dilakukan oleh NASA pada saat sebelum peluncuran ERTS-2 pada tanggal 24 Januari 1975, yang kemudian diubah namanya menjadi Landsat-2, sedangkan ERTS-1 telah diubah namanya menjadi Landsat-1 pada tanggal 23 Juli 1972 (Lillesand and Kiefer, 1990), sedangkan Landsat generasi ketiga (Landsat-3) diluncurkan pada bulan Maret 1978, Landsat-4 diluncurkan pada bulan Juli 1982, namun tidak berfungsi pada saat mencapai orbit, Landsat-5 pada bulan Maret 1984 dan Landsat-6 pada bulan Februari 1993, namun tidak mencapai orbit dan jatuh ke laut (Massom, 1990).

Satelit yang masih dan sedang beroperasi sampai saat ini adalah Landsat-4 dan Landsat-5, dimana kedua satelit tersebut memiliki parameter orbit yang sama yang kini mengorbit pada ketinggian 705 km, dan mempunyai sudut inklinasi $98,3^\circ$ dan periode 98,5 menit. Kedua satelit ini melakukan 14-15 resolusi per hari dan jarak lintasan 2752 km ke arah barat dan melewati lintasan yang sama setiap 16 hari. Orbit Landsat bersifat selaras dengan matahari (*sun-synchronous*), di mana sudut antara bidang orbit satelit dengan bidang matahari dan bumi selalu sama besar hal ini mengakibatkan citra suatu wilayah dengan citra sekitarnya terlihat hampir hampir

tidak ada perubahan sudut penyinaran dan azimuth sehingga dapat di mosaik. Orbit Landsat memotong khatulistiwa ke arah selatan pada waktu yang tetap, yaitu pukul 09.42 waktu setempat. Dengan posisi tersebut maka daerah kutub selatan dan kutub utara tidak pernah terliput oleh Landsat (Butler, *et al*, 1988).



Gambar 3. Wahana Satelit Landsat TM (Sumber : Jensen, 1998 dalam Faisal, 2000)

Satelit Landsat memiliki dua buah sensor yaitu *Multi Spectral Scanner (MSS)* dan *Thematic Mapper (TM)*. Sensor Landsat-TM menggunakan scanner O-M (*Oscilating Mirror*) dan menggunakan cermin berputar untuk saluran 1, 2, 3, 4, 5, 7, dan menggunakan 16 detektor. Data Landsat-TM dapat di terima di stasiun Parc-parc secara langsung dari satelit dengan menggunakan antena X dan S "band", bersama dengan citra Landsat-MSS. Selain itu dapat pula di terima melalui satelit komunikasi TDRS (*Tracking and Data Relay Satellites*). Keuntungan dari satelit ini dapat di kontrol melalui stasiun bumi sehingga dilakukan perekaman sesuai dengan

kehendak di bumi. Sensor TM mempunyai resolusi spasial 30 m x 30 m dan bekerja mengumpulkan data permukaan bumi dengan luas sapuan 185 km x 185 km. Sedangkan resolusi radiometriknya 8 bytes, yang berarti setiap pixel mempunyai nilai jangkauan data dari 0 – 255. Sensor TM merupakan sistem yang sangat kompleks yang memerlukan toleransi (kelonggaran) pembuatan yang sangat kecil, sehingga tidak memungkinkan dibuat penyempurnaan di masa datang untuk memperkecil resolusi spasial sampai di bawah 30 m (Butler, *et al*, 1988).

Selanjutnya dijelaskan bahwa Sensor TM memiliki tiga buah kanal pada panjang gelombang sinar tampak satu buah infra merah dekat dan dua buah kanal infra merah menengah dengan *ground resolution cell* 30 meter, sedangkan untuk kanal 6 pada panjang gelombang infra merah thermal memiliki ukuran *ground resolution cell* 30 meter, sedangkan untuk kanal 6 pada panjang infra merah termal memiliki ukuran *ground resolution cell* 120 meter. Karakteristik dari Landsat dapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Landsat

Karakteristik	Landsat 5
Ketinggian	705 km
Orbit perhari	14 –15
Jumlah Lintasan	233
Melintas pada 40 LU (waktu setempat)	9,45
Masa Operasional	1984 – sekarang
Penyimpanan Data	tidak ada
Sistem Sensor :	
● MSS	ada
● RBV	tidak ada

• TM Lebar Sapuan Ukuran Resolusi sel di tanah	ada 185 Km ² 30 m x 30 m (Kanal 6 : 120 m x 120 m)
--	---

Sumber : Butler, *et al.*, 1988

Sensor TM memiliki kapasitas untuk mendeteksi obyek pada kisaran pita spektral yang luas (dari panjang gelombang warna biru sampai infra merah) oleh karena itu sensor TM memiliki kisaran aplikasi yang luas. Fungsi masing-masing kanal dalam sensor TM dapat dilihat pada Tabel 2.

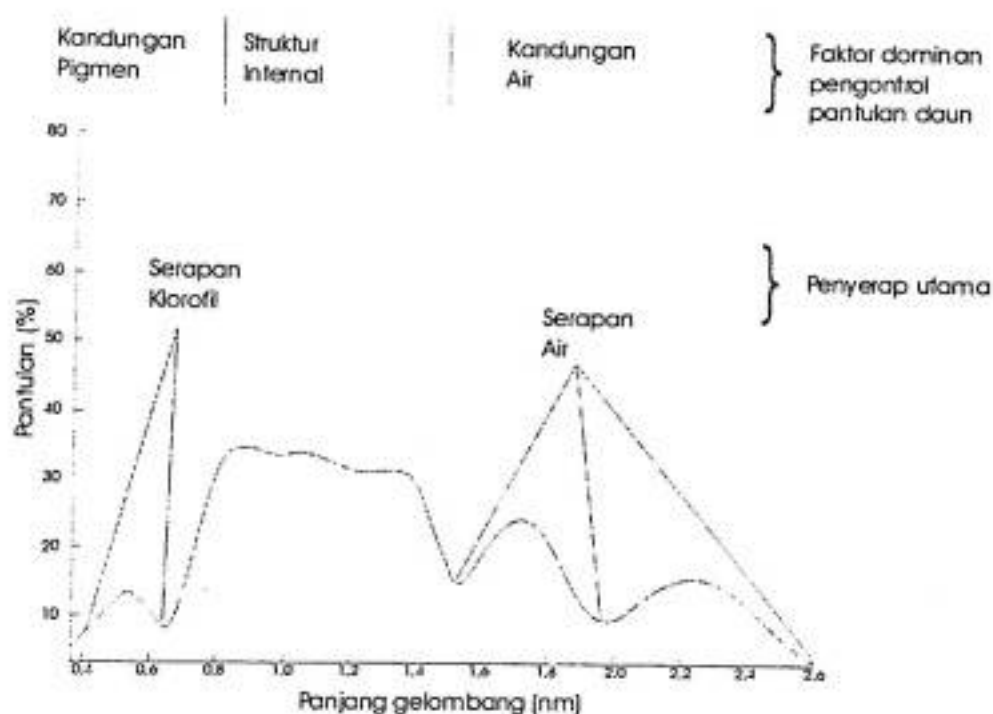
Tabel 2. Karakteristik radiometrik Landsat-TM

Kanal	Panjang Gelombang (μm)	Spektral	Karakteristik
1	0,45 – 0,52	Biru	Untuk pemetaan perairan daerah pesisir, penetrasi tubuh air, analisis sifat khas penggunaan lahan. Perbedaan vegetasi dan lahan.
2	0,52 – 0,60	Hijau	Untuk pengukuran nilai pantul hijau pucuk tumbuhan dan penafsiran aktifitasnya, juga untuk pengamatan kenampakan budidaya.
3	0,63 – 0,69	Merah	Baik untuk absorpsi klorofil yang penting untuk membedakan tipe vegetasi.
4	0,76 – 0,90	Inframerah Dekat	Untuk membedakan jenis tumbuhan, berguna untuk menentukan kandungan biomassa dan pemetaan garis pantai, dan pemisahan kelembaban tanah.
5	1,55 – 1,75	Inframerah Tengah	Penentuan jenis vegetasi, kandungan air, kelembaban tanah, juga untuk mengukur keawanan di atmosfer.
6	10,40 – 2,50	Inframerah Termal	Untuk pemisah formasi batuan serta pemetaan hidrotermal.
7	2,08 – 2,35	Inframerah Tengah II	Bermanfaat untuk klasifikasi vegetasi, analisis gangguan vegetasi, pemisahan kelembaban tanah dan gangguan lain yang berhubungan dengan panas.

Sumber : Lillesand dan Kiefer, 1979

3. Pantulan Spektral Vegetasi Mangrove

Pantulan spektral vegetasi sangat bervariasi terhadap panjang gelombang. Pantulan spektral vegetasi sangat dipengaruhi oleh pigmentasi, struktur internal daun dan kandungan uap air (Hoffer, 1978 dalam Amran, 1999). Kurva pantulan spektral vegetasi secara umum dapat dilihat pada Gambar 4 berikut :

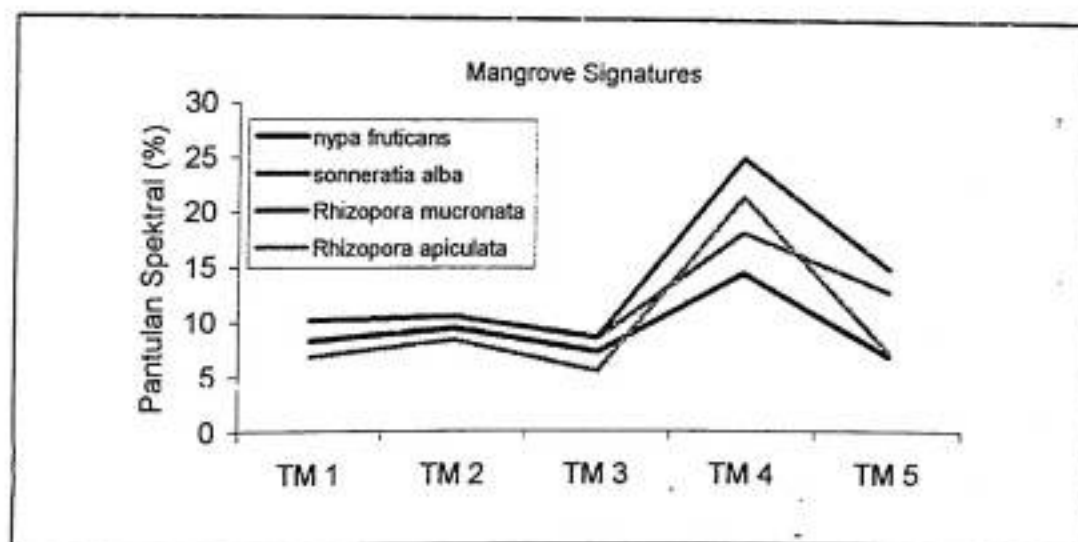


Gambar 4. Kurva Pantulan Spektral Vegetasi Hijau

Pengaruh pigmentasi sangat dominan pada panjang gelombang tampak (0,4 – 0,7 μm). Kurva pantulan spektral vegetasi menunjukkan bahwa nilai pantulan sangat rendah pada panjang gelombang biru dan merah. Rendahnya nilai pantulan pada panjang gelombang ini berhubungan dengan dua pita serapan klorofil pada panjang gelombang 0,45 μm dan 0,65 μm . Klorofil dalam daun menyerap sebagian besar dari tenaga yang datang dengan panjang gelombang tersebut. Puncak pantulan pada spektrum tampak adalah 0,54 μm yang merupakan panjang gelombang hijau.

Tumbuhan mangrove yang sehat mempunyai daun berwarna hijau. Warna hijau yang dominan pada daun mangrove menunjukkan adanya kandungan klorofil yang banyak, yang akan menyerap banyak energi pada saluran biru dan merah namun serapannya lebih rendah pada saluran hijau (Amran, 1999).

Gambar 5 menunjukkan karakteristik kurva pantulan spektral pada beberapa spesies tumbuhan mangrove. Rerata pantulan spektral tumbuhan mangrove pada kanal TM 1 bernilai 6,84% - 10,25%, pada saluran TM2 bernilai 8,35% - 10,98% dan pada saluran TM3 bernilai 5,54% - 8,79%. Dalam gambar terlihat rerata pantulan spektral kanal TM1 dan TM3 lebih rendah daripada pantulan spektral pada saluran TM2. Hal ini berkaitan dengan pita serapan klorofil pada spektrum biru dan spektrum merah. Klorofil dalam daun menyerap sebagian besar dari energi yang datang dengan panjang gelombang yang sesuai dengan spektrum biru dan merah.



Gambar 5. Karakteristik kurva pantulan spektral dari beberapa spesies tumbuhan mangrove (Sumber : Amran, 1999)

Sistem Informasi Geografi

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah himpunan alat (*tools*) yang digunakan untuk pengumpulan, penyimpanan, pengaktifan sesuai kehendak, pentransformasian, serta penyajian data spasial dari suatu fenomena nyata di permukaan bumi untuk maksud-maksud tertentu (Borough 1992 dalam Dahuri, dkk., 1996). Data yang di maksud adalah data spasial atau keruangan maupun atribut yang bersifat keterangan.

Weir (1988) dalam Asriadi (2003), sistem informasi geografis adalah suatu sistem untuk efisiensi input, penyimpanan, representasi, dan pemanggilan kembali data-data spasial. Sistem informasi geografis yang berbasis komputer mempunyai lima komponen subsistem yaitu: (a) Proses encoding (pengkodean) dan input data; (b) Manajemen data; (c) Pemanggilan kembali data; (d) Manipulasi dan analisis data; dan (e) Display data.

Secara spesifik data digital SIG dinamakan data spasial, artinya data tersebut mempunyai georeferensi atau rujukan lokasi. Rujukan lokasi dimaksud dapat berupa sistem baku (koordinat, bidang rujukan dan proyeksi) atau sistem lokal (dermaga, kantor kelurahan dan sebagainya). Namun penerapannya banyak dilaksanakan pada data bentang darat sedangkan pada bentang *marine* masih relatif terbatas. Sifat dinamika dan multi dimensi dari bentang *marine* merupakan faktor pembatas bagi pengguna SIG dalam proses evaluasi (Sunarto dkk., 1997).

Dalam SIG, data grafis di atas peta dapat disajikan dalam dua model data spasial yaitu model data raster dan model data vektor. Model data vektor menyajikan data grafis (titik, garis, polygon) dalam struktur format vektor. Struktur data vektor adalah suatu cara untuk membandingkan informasi garis dan areal ke dalam bentuk satuan-satuan luas data yang mempunyai besaran, arah dan keterkaitan (Borough 1992 *dalam* Dahuri, dkk., 1996).

Beberapa keuntungan menggunakan SIG pada perencanaan dan pengelolaan sumberdaya alam antara lain adalah: (1) Mampu mengintegrasikan data dari berbagai format data (grafik, teks, digital dan analog) dari berbagai sumber; (2) Memiliki kemampuan yang baik dalam pertukaran data diantara berbagai macam disiplin ilmu dan lembaga terkait; (3) Mampu melakukan pemodelan, pengujian dan perbandingan beberapa alternatif kegiatan sebelum dilakukan aplikasi di lapangan; (4) Memiliki kemampuan pembaharuan data yang efisien terutama grafik; dan (5) Mampu menampung data dalam volume yang besar (Widodo dan Sadmono, 1996 *dalam* Muiz, 1999).

Kelebihan yang dimiliki teknik SIG tersebut diatas sangat bermanfaat terutama bagi penetapan kebijakan dalam rangka mendukung pengembangan wilayah, dalam hal ini wilayah pesisir (Yustiningsih, 1996 *dalam* Muiz, 1999). Hal ini sejalan dengan azas akurat, tepat waktu dan kesesuaian yang dikemukakan oleh Wijoyo (1995) *dalam* Muiz (1999) bahwa SIG digunakan untuk penginventarisasian, pengawasan, perencanaan dan sampai pada tahap pengambilan keputusan.

Penginderaan Jauh untuk Pemantauan Hutan Mangrove

Studi mengenai pemanfaatan data satelit penginderaan jauh untuk keperluan pemantauan hutan mangrove telah banyak dilakukan. Daerah Muara Angke adalah salah satu daerah yang menjadi objek kajian. Data yang digunakan adalah data Landsat MSS resolusi 80 m dan Landsat TM resolusi 30 m tahun 1984 – 1995. Data tersebut diproses dengan menggunakan metode konvensional pengenalan objek (klasifikasi), Normalisasi Selisih Indeks Vegetasi (*Normalized Difference Vegetation Index/NDVI*) digunakan untuk mengamati tingkat kehijauan dari vegetasi yang diamati.

Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa telah terjadi penurunan luas hutan mangrove dari 239,4 ha pada tahun 1987 menjadi 142 ha pada tahun 1991, penurunan ini terjadi berkaitan dengan program pembangunan kota untuk membangun Water Front City. Namun tahun 1992 mengalami peningkatan karena keberhasilan program rehabilitasi mangrove hingga tahun 1995 mencapai 203,9 ha.

Di Sulawesi Selatan, Ponto (2000), menggunakan data Landsat-TM tahun 1994 dan 1998 dalam melakukan pemantauan terhadap luasan dan kondisi kerapatan hutan mangrove di Kecamatan Sinjai Utara dan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai. Metode klasifikasi yang digunakan yaitu metode *Maximum Likelihood Classification*, Untuk analisis indeks vegetasi digunakan *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*.

Dari hasil tumpang susun didapatkan bahwa terjadi penambahan areal hutan mangrove 121,32 ha dan areal tambak 507,15 ha, untuk areal non mangrove dan perairan terjadi penurunan masing-masing 610,38 ha dan 18,09 ha. Untuk kerapatan tajuk mangrove perubahan terjadi paling besar dari mangrove kerapatan jarang menjadi kerapatan sedang dan mangrove kerapatan sedang menjadi lebat, sedangkan untuk kelas penutupan lahan perubahan paling besar terjadi dari kategori tambak menjadi mangrove kerapatan jarang dan kategori non mangrove menjadi mangrove kerapatan sedang.

METODOLOGI

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 3 (tiga) bulan sejak bulan Desember 2002 hingga bulan Maret 2003 yang meliputi beberapa tahap yaitu pengumpulan data, survei awal, tahap pengolahan dan analisis awal data citra, survei lapang akhir, analisis lanjutan menggunakan SIG serta tahap pembuatan laporan akhir.

Sedangkan yang menjadi lokasi penelitian adalah Kepulauan Tanakeke yang berada dalam wilayah administrasi Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan terletak pada $119^{\circ} 14' 22'' - 119^{\circ} 20' 29''$ BT dan $5^{\circ} 26' 43'' - 5^{\circ} 32' 34''$ LS. Proses pengolahan data dilakukan di Laboratorium Inderaja dan SIG (Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis) Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin.

Alat dan Bahan

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Piranti Pengolahan Citra dan Analisis Data :

1. Seperangkat komputer, untuk melakukan analisis sistem informasi geografis dan penyusunan skripsi.
2. Perangkat lunak *pengolah citra dan analisis data* antara lain :
 - a. ER Mapper Ver. 5.5
 - b. ArcView GIS Ver. 3.2
 - c. MS. Office XP

3. Pemindai (*Scanner*); peralatan ini dipergunakan untuk memindai obyek analog menjadi image digital.
4. Pencetak (*Printer*); peralatan ini dipergunakan untuk melakukan pencetakan peta-peta tematik hasil analisis dan pencetakan laporan penelitian.
5. Peralatan Tulis Menulis

Perangkat Survey Lapangan :

1. Penentu Posisi --- *Global Positioning System* (GPS)
2. Alat Tulis "waterproofing"
3. Kamera

Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah :

1. Data Citra Satelit Landsat – TM *Path/Row* 114/64 daerah Sulawesi Selatan tahun 1994 dan 2001 .
2. Peta Rupa Bumi Indonesia Lembar 2010-24 daerah Takalar skala 1 : 50.000 terbitan Badan Koordinasi Survei Dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL) Jakarta.
3. Peta Lingkungan Pantai Indonesia Lembar 2010-24 skala 1 : 50.000 terbitan Badan Koordinasi Survei Dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL) Jakarta.
4. Peta Administrasi Kabupaten Takalar.
5. Peta-peta tematik lain yang relevan dan data sekunder sebagai data pendukung.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini meliputi tahap-tahap sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data

Tahap ini meliputi kegiatan pengumpulan data sekunder, baik data citra satelit, data komplementer dan literatur yang relevan dengan topik penelitian.

2. Survei Lapang Awal

Pada survei awal ini, dilakukan pengenalan medan (orientasi lapang) untuk dijadikan referensi pengambilan data latih (*training sample*). Kegiatan dilakukan dengan cara mengukur titik koordinat dengan menggunakan alat GPS dan juga melihat kondisi ekosistem mangrove di lokasi penelitian.

3. Proses Koreksi Awal dan Pengenalan Obyek pada Citra

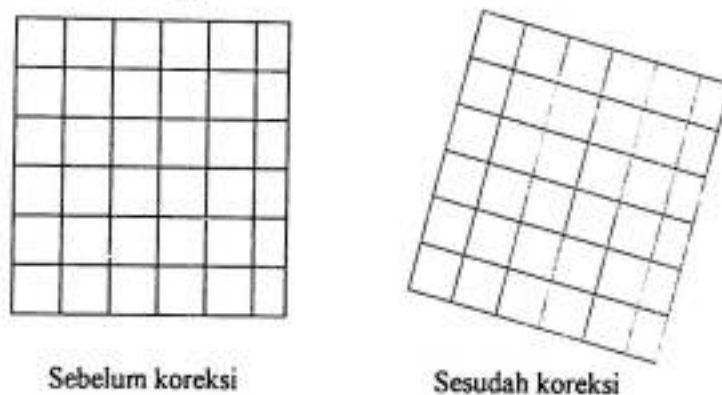
Tahapan ini meliputi koreksi geometris, pemotongan data citra (*cropping*), dan pengenalan obyek penutup lahan. Adapun proses pengolahan data dan analisis yang digunakan dalam pemantauan hutan mangrove meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut :

a. Pemulihan Citra/Koreksi Geometris

Pemulihan citra adalah proses untuk memperbaiki citra yang mengalami distorsi selama proses transfer data dari satelit ke stasiun penerima di bumi ke arah gambaran yang lebih sesuai dengan keadaan aslinya. Pemulihan yang dilakukan

dalam penelitian ini adalah koreksi geometris dengan mencocokkan citra terkoreksi dan yang belum terkoreksi.

Koreksi geometrik adalah penempatan kembali posisi piksel sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran obyek di permukaan bumi yang terekam oleh sensor. Perubahan bentuk dari bujur sangkar menjadi jajaran genjang merupakan hasil dari transformasi tersebut. (Danoedoro, 1996 dalam Faisal, 2001).



Gambar 6. Ilustrasi posisi citra sebelum dan sesudah koreksi geometrik

Hasil koreksi dan registrasi memiliki nilai RMSE (*Root Mean Square Error*). Jensen (1996) dalam Faisal (2001) menyebutkan bahwa RMSE adalah nilai selisih antara koordinat asli berdasarkan baris dan kolom dengan nilai koordinat masukan dari GCP (*Ground Control Point*) yang dihitung dengan akar pangkat dari deviasi yang diukur dari akurasi GCP dalam citra. Seperti pada persamaan berikut :

$$RMS_{\text{error}} = \sqrt{((x' - x_{\text{orig}})^2 + (y' - y_{\text{orig}})^2)}$$

Dimana : x_{orig} dan y_{orig} : koordinat baris dan kolom yang asli

: x' dan y' : GCP dari Citra

Menurut standar pemetaan Amerika Serikat nilai RMSE kurang dari 0,5 dianggap teliti, untuk Landsat TM dengan resolusi spasial 30 meter harus < 15 meter (Eastman, 1997).

b. Pemotongan Data Citra (*Cropping*)

Pemotongan data citra dilakukan untuk memperkecil luas cakupan daerah penelitian. Data satu *scene* umumnya mencakup wilayah yang cukup luas, seperti path/row 114/64 mencakup wilayah pesisir pulau Sulawesi bagian Barat, dari Kabupaten Pangkajene di bagian utara sampai dengan kabupaten Jeneponto di bagian Selatan.

Dalam penelitian ini, pemotongan citra pada dilakukan setelah proses koreksi geometrik dilakukan. Semua data yang tercakup dalam *scene* yang tidak dibutuhkan dipotong sampai pada daerah penelitian/kajian. Hal ini untuk memperkecil besar file yang digunakan serta mempercepat proses-proses dalam mengolah data dengan menggunakan perangkat lunak bila dibandingkan dengan mengolah data satu *scene* penuh.

c. Pengenalan Obyek Penutup Lahan dengan Komposit 453

Berdasarkan LAPAN (1999), kombinasi kanal RGB 453 paling sesuai untuk mendeteksi keberadaan hutan mangrove, membedakan hutan mangrove dengan hutan darat, dan mendeteksi zonasi mangrove.

Pemisahan suatu obyek pada citra LANDSAT-TM dapat dilakukan dengan mudah dengan membuat kombinasi kanal komposit warna (*Red Green Blue*). Kombinasi kanal yang umum digunakan dalam kegiatan olah citra yaitu SCC

(*Specific Color Composite*) RGB 453 (Harsanugraha, *et al.*, 1999), karena kombinasi kanal 453 (RGB) mempunyai variasi kombinasi yang paling baik dan yang paling kontras untuk kenampakan visual untuk membedakan obyek air, tanah dan vegetasi. Lainnya, pada kanal-kanal ini juga memberikan reflektansi yang optimal.

4. Pengolahan dan Analisis Data Citra

Tahapan ini meliputi pembuatan data latih (*training sample*), klasifikasi penutup lahan, analisis indeks vegetasi, penggabungan klasifikasi penutup lahan dengan indeks vegetasi dan analisis perubahan luasan tiap-tiap kelas penutup lahan dan zonasi kerapatan mangrove. Adapun proses pengolahan data dan analisis yang digunakan dalam pemantauan hutan mangrove meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut :

a. Klasifikasi Penutup Lahan

Untuk mempermudah penentuan *training sample* (data latih) pada proses klasifikasi maka dilakukan proses kombinasi kanal 3, 4, dan 5 yaitu RGB 453 berdasarkan pengenalan obyek penutup lahan pada tahap pengenalan obyek diatas.

Metode klasifikasi yang dilakukan adalah klasifikasi terbimbing menggunakan *Maximum Likelihood Classification* (klasifikasi kemungkinan maksimum). Metode klasifikasi ini merupakan klasifikasi terbimbing parametrik paling populer saat ini untuk klasifikasi penutup lahan dengan data satelit penginderaan jauh (LAPAN, 1999).

Purwadi (2001), klasifikasi berdasarkan kemungkinan maksimum merupakan strategi klasifikasi terbimbing dengan cara mengevaluasi kuantitatif varian maupun korelasi pola tanggapan spektral pada saat mengklasifikasikan piksel yang tidak dikenal. Pengkelasan menggunakan data latih yang bersifat sebaran normal (distribusi normal), yaitu semua sebaran (distribusi) pola tanggapan spektral penutup lahan dianggap atau diasumsikan sebagai vektor rata-rata dan kovarian matrik, sehingga nilai statistiknya berupa kurva normal (*Gaussian*).

Dalam penelitian ini, klasifikasi penutup lahan dapat dikategorikan ke dalam 4 (empat) kelas utama, yaitu : Mangrove, Tambak, Non mangrove, dan Perairan.

b. Analisis Indeks Vegetasi

Analisis indeks vegetasi digunakan untuk memisahkan indeks reflektansi spektral vegetasi dengan objek lain seperti air, tanah (non vegetasi). Formula yang digunakan untuk analisis indeks vegetasi ini adalah NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). NDVI mempunyai formula ini yang perhitungannya sederhana dan dapat menggambarkan suatu kerapatan vegetasi. Pemantauan vegetasi dengan menggunakan metoda NDVI adalah untuk mengamati perubahan tingkat kehijauan vegetasi yang disebabkan oleh fluktuasi konsentrasi klorofil pada daun-daun vegetasi (LAPAN, 1999). Formula ini didasarkan pada reflektansi dari obyek penginderaan jauh dalam saluran spektrum merah dan inframerah dekat. Kisaran sensor tersebut pada Landsat-TM berada pada kanal 3 dan 4. Rumus yang digunakan adalah:

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R) \dots\dots\dots (1)$$

Dimana , NIR = Near Infra Red (kanal 4), R = Red (kanal 3)

Nilai indeks vegetasi (NDVI) yang dihasilkan oleh fomula tersebut berkisar antara -1 sampai dengan +1 dan disimpan dalam bilangan pecahan/real (32 bit).

Untuk itu dilakukan transformasi yaitu :

$$NDVI_t = (100 + 100) \times NDVI \dots\dots\dots (2)$$

Hasil transformasi akan menghasilkan nilai digital antara 0 - 200 (1 digit setara dengan nilai NDVI sebesar 0,01)

Analisis indeks vegetasi digunakan untuk mencari perubahan mangrove secara kualitatif berdasarkan kerapatan penutupan vegetasi sehingga yang ditampilkan hanya nilai kerapatan objek vegetasi, sedangkan yang bukan vegetasi tidak ditampilkan.

Kanal infra merah dekat mempunyai pantulan tinggi (penyerapan rendah) terhadap obyek vegetasi dan kanal merah memiliki pantulan rendah (penyerapan tinggi) terhadap obyek vegetasi.

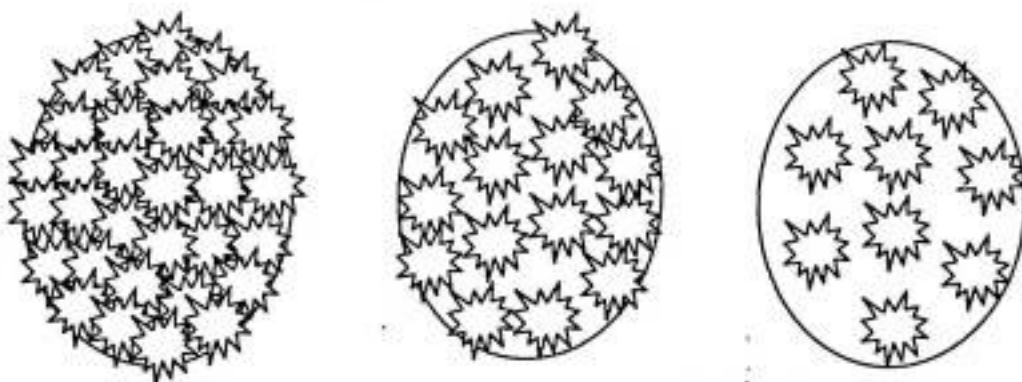
c. Klasifikasi Citra Indeks Vegetasi

Tingkat kerapatan tajuk ditentukan dengan melakukan klasifikasi ulang (*reclassification*) dari hasil perhitungan indeks vegetasi, dimana tingkat kerapatan tajuk vegetasi mangrove dibagi dalam tiga kelas yaitu vegetasi mangrove tingkat kerapatan jarang, vegetasi mangrove tingkat kerapatan sedang, dan vegetasi mangrove tingkat kerapatan lebat. Pengklasifikasian ini didasarkan atas jumlah puncak histogram yang ada pada nilai perhitungan NDVI, dimana satu puncak histogram diasumsikan sebagai satu kesatuan obyek vegetasi yang merepresentasikan tingkat kerapatan. Pemilihan cara ini didasarkan pada suatu pertimbangan

kesederhanaan dan kemudahan operasional, dimana lebih mudah membayangkan situasi tingkat kerapatan di lapangan dari nilai-nilai NDVI yang disajikan. Ilustrasi tingkat kerapatan kanopi vegetasi berdasarkan pengamatan visual di lapangan dengan kisaran nilai NDVI ditunjukkan pada Gambar 7.

Kisaran NDVI yang didapatkan untuk masing-masing tingkat kerapatan berbeda pada tiap data citra. Menurut LAPAN (1999), hal ini banyak dipengaruhi oleh bentuk, ukuran, kerapatan kanopi, warna daun, maupun asosisasi dengan tumbuhan lapisan bawah kanopi yang menutup permukaan lahan. Kisaran persentase tingkat kerapatan kanopi dan nilai indeks vegetasi tersebut adalah sebagai berikut :

- Sangat jarang ($\leq 20\%$ atau kisaran NDVI 0,01 - 0,18)
- Jarang (21 – 40% atau kisaran NDVI 0,18 – 0,32)
- Sedang (41 – 60% atau kisaran nilai NDVI 0,32 – 0,42)
- Lebat (61 – 80% atau kisaran NDVI 0,42 – 0,47)
- Sangat lebat ($\geq 80\%$ atau kisaran NDVI $\geq 0,47$)



Lebat : $0,42 < NDVI \leq 0,47$ Sedang : $0,32 \leq NDVI < 0,42$ Jarang : $0,01 \leq NDVI < 0,32$

Gambar 7. Ilustrasi tingkat kerapatan kanopi berdasarkan pengamatan di suatu areal hutan mangrove dan kisaran nilai NDVI data citra

d. Penggabungan Klasifikasi Penutup Lahan dengan Indeks Vegetasi

Pada tahap awal telah didapatkan klasifikasi penutup lahan dan hasil indeks vegetasi. Selanjutnya dilakukan tabulasi silang antara citra hasil klasifikasi dan indeks vegetasi untuk mengetahui kerapatan tipe kelas penutup lahan.

e. Analisis Perubahan (*Superimposition Analysis*)

Analisis ini terutama untuk mengamati perubahan penutup lahan dengan menggunakan data multitemporal dimana membandingkan dua citra/data hasil klasifikasi, dengan penggabungan antara klasifikasi penutup lahan tahun 1994 dan 2001 akan dapat diketahui perubahan penutup lahan.

Luas dan perubahan dapat dihitung dari jumlah pixel pada masing-masing kelompok atau kelas dikalikan dengan ukuran pixel. Rumus yang digunakan untuk perhitungan luas perubahan yaitu :

$$\text{Luas (ha)} = (\text{jumlah pixel}) \times (\text{resolusi spasial } 30\text{m} \times 30\text{m}) \times 0,0001 \dots\dots\dots (3)$$

Dimana 1 pixel (resolusi spasial) = 30m x 30m

Nilai 0,0001 merupakan konversi dari m² ke ha.

Kecenderungan perubahan lahan yang terjadi pada setiap tahun dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$\Delta L = \frac{Lt_2 - Lt_1}{Lt_1} \times 100\% \dots\dots\dots(4)$$

Dimana ΔL adalah laju perubahan luas (%), Lt_1 adalah luas pada tahun pengamatan awal (ha) dan Lt_2 adalah luas pada tahun pengamatan berikutnya (ha).

4. Survey Lapang Akhir

Kegiatan ini dilakukan untuk pengecekan kebenaran klasifikasi dan analisis indeks vegetasi pada kelas sampel dan hasil analisis yang meragukan, pengamatan tutupan kanopi pada setiap kelas kerapatan dari hasil analisis indeks vegetasi secara visual di areal yang relatif homogen dan dampak kegiatan masyarakat di lokasi tersebut. Pengamatan visual didasarkan pada perkiraan kerapatan kanopi pohon mangrove yang satu terhadap pohon mangrove yang lain yang berada dalam areal pengamatan atau seluas cakupan terkecil (piksel) dari citra Landsat TM yaitu 900 meter persegi.

Data diuji ketelitiannya dengan menggunakan tabel kontingensi dari *Daels* dan *Antrop*. Tabel kontingensi untuk uji ketelitian disajikan pada tabel berikut :

Tabel 3. Tabel Kontingensi untuk Uji Ketelitian

No	Uji Lapangan Interpretasi	Hasil Pengujian Lapangan				Total Interpretasi	Total Salah
		Mgr	Tbk	Pr	Non	Jumlah	Jumlah
1.	Mangrove (Mgr)						
2.	Tambak (Tbk)						
3.	Perairan/Laut (Pr)						
4.	Non Mangrove (Non)						
Total Lapangan							
% Benar							
% Salah							

Ketelitian hasil interpretasi dihitung berdasarkan metode yang disusun oleh *Short et. al.* (1982) yaitu uji medan pada titik sampel yang terjangkau secara terestis (verifikasi), dan membandingkan dengan hasil interpretasi citra satelit. Persentase ketelitian hasil interpretasi dihitung dengan formula :

$$K = \frac{B}{J} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

Dimana : K = Ketelitian hasil interpretasi (%)

B = Hasil interpretasi yang benar

J = Jumlah sampel yang diteliti

Ketelitian hasil interpretasi yang dapat diterima mempunyai nilai minimal 85% (Anderson, dkk., 1976 dalam Asriadi, 2003).

5. Analisis Lanjutan dengan Menggunakan SIG

Pada tahap ini data citra diolah dan dianalisis dengan SIG. Data penginderaan jauh yang dihasilkan oleh *scanner multispectral* atau kamera vidicon resolusi tinggi dari wahana ruang angkasa, adalah dalam format raster. Data raster yang dihasilkan berupa citra gabungan hasil klasifikasi penutupan lahan dan indeks vegetasi dapat digabungkan kedalam sistem informasi geografis, tetapi data harus disimpan, ditajamkan, difilter atau ditransformasikan secara geometrik dengan teknik pemrosesan citra. Untuk mengkonversi citra dalam bentuk raster menjadi peta vektor maka perlu dilakukan penyesuaian antara informasi raster dengan koordinat sistem informasi geografis (format vektor).

Rangkaian persamaan yang mengkonversi format vektor sistem geografik kedalam format raster dari citra adalah dengan melakukan persamaan transformasi yang dikembangkan oleh Meyer (Lo, 1996) yaitu :

$$L = f1 (X, Y) \text{ dan } f2 (X, Y)$$

dimana:

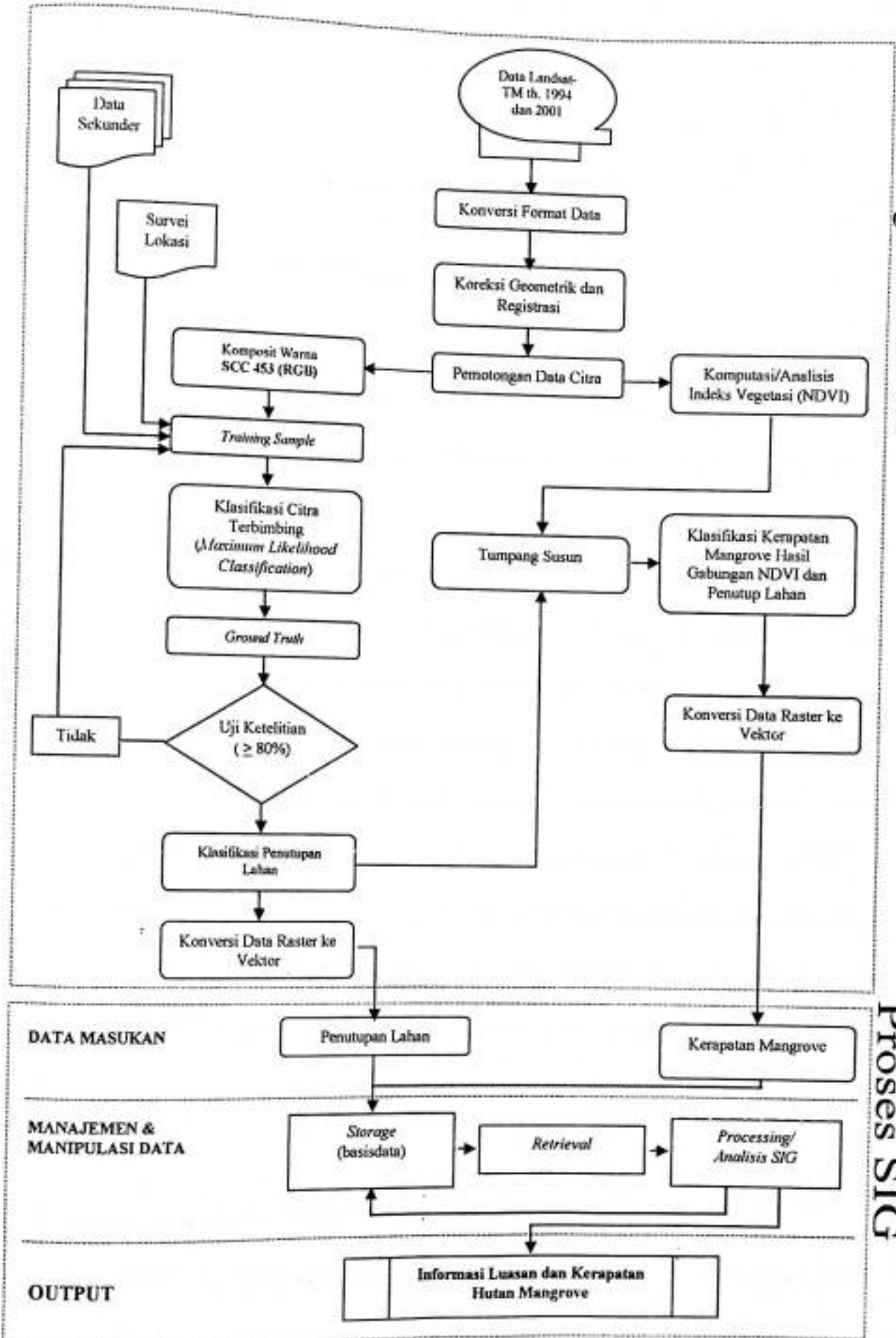
- L = Garis penyesuaian
- E = Jumlah elemen dalam garis penyesuaian
- X = Koordinat Horizontal proyeksi peta SIG
- Y = Koordinat Vertikal proyeksi peta SIG.

Dengan cara yang sama, rangkaian persamaan yang mengkonversi set data citra raster ke dalam format vektor dari Sistem Informasi Geografis adalah:

$$X = f_3(L, E)$$
$$Y = f_4(L, E)$$

Persamaan tersebut pada umumnya mengambil bentuk fungsi polinomial yang diturunkan dengan analisis kuadrat terkecil dari titik-titik kontrol yang dapat diidentifikasi secara visual pada citra.

Hasil konversi nantinya berupa peta vektor penutup lahan dan kerapatan mangrove yang memiliki database. Dalam SIG, proses analisis perubahan akan mudah dilakukan untuk menghasilkan informasi, pembaruan data, manipulasi data, layout peta luasan dan kerapatan hutan mangrove.



Gambar 8. Proses Pengolahan Data Landsat-TM dan Analisa SIG untuk Pemantauan Mangrove di Kepulauan Tanakeke, Kabupaten Takalar

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Lokasi Penelitian

1. Letak dan Batas Wilayah

Kawasan kepulauan Tanakeke terdiri dari beberapa pulau-pulau. Kepulauan Tanakeke secara geografis terletak antara $119^{\circ}14'22''$ - $119^{\circ}20'29''$ BT dan $5^{\circ}26'43''$ - $5^{\circ}32'34''$ LS.

Secara administratif, kepulauan Tanakeke merupakan wilayah desa Maccinibaji dan desa Mattirobaji, kecamatan Mappakasunggu, kabupaten Takalar. Pada kecamatan Mappakasunggu, terdapat 2 (dua) desa yang berada pada daerah pulau yaitu desa Maccinibaji dan desa Mattirobaji dengan total 8 (delapan) dusun.

Pulau Tanakeke dan Lantangpeo termasuk ke dalam desa Maccinibaji yang terdiri dari 4 (empat) dusun. Desa ini meliputi wilayah darat dengan luas 3.932,22 ha. Pulau Tanakeke dengan wilayah daratan yang luas merupakan pulau induk, sementara Lantangpeo sendiri relatif terpisah oleh perairan (± 2 km) pada bagian Utara pulau Tanakeke. Sedangkan pulau-pulau kecil lainnya, antara lain pulau Bauluang, pulau Satangnga, dan pulau Dayangdayangan termasuk dalam wilayah desa Mattirobaji.

2. Kependudukan dan Mata Pencaharian

Jumlah penduduk yang bermukim di kawasan kepulauan Tanakeke masing-masing 2.633 jiwa di desa Maccinibaji dan 2.807 jiwa di desa Mattirobaji pada tahun

1998. Sedangkan pada tahun 2001, jumlah penduduk Maccinibaji sebanyak 3.061 jiwa dan di desa Mattirobaji sebanyak 2.945. Adapun rincian jumlah penduduk dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5 berikut ini:

Tabel 4. Keadaan penduduk dan luas wilayah desa di Kepulauan Tanakeke tahun 1998

Desa	Penduduk	Ratio jenis Kelamin	Luas wilayah (km ²)
Maccinibaji	2.633	96,64	8,95
Mattirobaji	2.807	89,66	21,20

Sumber : Kecamatan Mappakasunggu dalam Angka, 1999

Tabel 5. Keadaan penduduk dan luas wilayah desa di Kepulauan Tanakeke tahun 2001

Desa	Penduduk	Ratio jenis Kelamin	Luas wilayah (km ²)
Maccinibaji	3.061	96,09	8,95
Mattirobaji	2.945	92,74	21,20

Sumber : Kecamatan Mappakasunggu dalam Angka, 2002

Perkembangan penduduk di kawasan kepulauan Tanakeke untuk kurun waktu selama 3 (tiga) tahun tidak merata, dimana pada desa Maccinibaji mengalami pertambahan jumlah penduduk sebanyak 428 jiwa (13,98%) lebih banyak daripada desa Mattirobaji yang hanya sebesar 138 jiwa (4,68%).

Dari Tabel 6 terlihat bahwa mata pencaharian penduduk di daerah ini umumnya sebagai nelayan atau petani tambak dan petani rumput laut, selebihnya adalah pegawai negeri dan buruh tani atau nelayan (*sawi*).

Tabel 6. Jumlah dan jenis mata pencaharian penduduk di Kepulauan Tanakeke

Desa	Petani RL/ Petambak/ Nelayan	Peda- gang	Industri	PNS/ Jasa	Buruh	Lain2
Maccinibaji	533	46	-	18	467	70
Mattirobaji	450	58	29	22	422	63

Sumber : Kecamatan Mappakasunggu dalam Angka, 1999

Penduduk dengan mata pencaharian petani/nelayan adalah yang pekerjaan utamanya sebagai petani rumput laut dan atau petani tambak sekaligus juga sebagai nelayan. Keduanya merupakan mata pencaharian utama walaupun porsi waktunya terbanyak pada usaha pertambakan dan budidaya rumput laut, sedangkan profesi sebagai nelayan dilakukan pada waktu senggang dan musim tertentu. Pekerja buruh tidak membutuhkan modal dimana dilakukan dengan membantu sebagai tenaga upahan terhadap jenis pekerjaan tambak dan nelayan *sawi*.

3. Aksesibilitas

Jarak kepulauan Tanakeke dengan ibukota kecamatan lebih kurang 8 km dan jarak dengan ibukota kabupaten lebih kurang 13 km. Untuk mencapai pulau Tanakeke dari daratan Takalar melalui jalur angkutan laut dari daratan Takalar (muara sungai sekitar kecamatan Mappakasunggu Takalar Lama) dengan waktu tempuh sekitar 1 – 2 jam menuju pusat desa Maccinibaji di dusun Tompotana. Jalan menuju ibukota kecamatan dan kabupaten semuanya ditempuh dengan menggunakan transportasi laut (jenis perahu tempel, perahu motor, *jolloro*).

Penduduk yang melaksanakan perjalanan langsung dari Lantangpeo ke daratan Takalar, cenderung bersifat non reguier (pribadi) dengan angkutan yang relatif lebih kecil. Perjalanan ini ditempuh sekitar 2 – 3 jam. Jika dilakukan komparasi aspek aksesibilitas, maka dapat digambarkan bahwa pulau Lantangpeo cenderung lebih terisolir dibanding kawasan lain dalam kawasan Tanakeke.

4. Luas Lahan dan Vegetasi

Total luas daratan yang berada dalam kawasan kepulauan Tanakeke sekitar 8,37 km². Adapun luas lahan dan penggunaannya di wilayah desa kepulauan Tanakeke disajikan pada Tabel 7 berikut :

Tabel 7. Luas lahan dan penggunaannya di desa pulau-pulau Tanakeke

Jenis lahan	Luas lahan (ha)	
	Desa Maccinibaji	Desa Mattirobaji
- Pemukiman	56,33	150,35
- Sawah	30,42	45,10
- Tambak	943,30	799,58
- Tegalan	120,00	135,30
- Hutan rakyat	69,91	175,10
- Lainnya	193,24	1.118,92

Sumber : Kecamatan Mappakasunggu dalam Angka, 1999

Ketinggian wilayah daratan desa pulau rata-rata ≤ 5 m dari permukaan laut. Pemanfaatan lahan pertanian di wilayah ini, berupa sawah tadah hujan seluas 75,52 ha, yang ditanami padi gogo atau palawija. Hutan rakyat pada daerah ini berupa tanaman bakau dari jenis *Rhizophora sp.* yang ditanam oleh penduduk di bagian sisi luar pertambakan masing-masing. Penutupan lahan lainnya adalah suksesi rumpun bakau yang tumbuh secara alami, ditemukan pada perairan tepi daratan pulau Tanakeke, di sisi Selatan dan Barat pulau Bauluang, bagian Selatan pulau Satangnga dan pada dusun Lantangpeo sebagai pulau bakau.

Vegetasi tumbuhan yang tumbuh sangat mencolok sepanjang pulau Tanakeke adalah hutan mangrove. Vegetasi mangrove ini membentuk zonasi yang melebar dan memanjang sampai jauh ke dalam perairan Teluk. Pada sisi yang lain membentuk

kawasan antara yang menghubungkan bagian-bagian daratan yang ada di kedua pulau tersebut.

Selain vegetasi mangrove yang tumbuh dalam zonasi luas, dasar perairan teluk juga ditumbuhi oleh vegetasi lamun. Zonasi yang dibentuk vegetasi lamun ini berada dalam areal dasar yang cukup luas. Kondisi tersebut dimungkinkan oleh kedalaman perairan yang relatif dangkal dan berrelief datar, sehingga penetrasi sinar matahari mampu mencapai dasar perairan secara luas.

Wilayah daratan-daratan (areal pemukiman) pulau umumnya berkategori tandus yang ditandai dengan sangat langkanya vegetasi tumbuhan darat yang tumbuh. Vegetasi tumbuhan darat (tumbuhan campuran) yang besar hanya dijumpai di sekitar daratan Dusun Dandedandere di pulau Tanakeke.

5. Kondisi Ekologis Hutan Mangrove

Prasetia (2003) mengatakan bahwa jenis mangrove yang ditemukan di Tanakeke adalah *Rhizophora mucronata*, *Lumnitzera littorea*, *Sonneratia alba*, *Bruguiera gymnorrhiza* (nama lokal; *Bangko*) dan *Phempis aciluda* (nama lokal; *Sentigi*). Nilai kerapatan rata-rata sebesar 1,135 batang /m² dan nilai kerapatan jenis rata-rata sebesar 85,71%. Perbedaan jumlah tegakan dan kurangnya jenis yang ditemukan di Pulau Bauluang menunjukkan bahwa hanya jenis *Rhizophora mucronata* yang mampu melakukan adaptasi yang baik jika dibandingkan dengan yang lainnya.

Proses Koreksi Awal Data Citra Landsat-TM

1. Pemulihan Citra Landsat-TM

Proses pengolahan data citra diawali dengan proses koreksi awal yaitu pemulihan citra (rektifikasi) meliputi proses koreksi geometris dan registrasi citra. Koreksi geometri dilakukan untuk mendapatkan citra yang sesuai dengan posisi yang sebenarnya di muka bumi, sedangkan registrasi dilakukan untuk mendapatkan kesesuaian baris dan kolom antara citra yang satu dengan citra yang lainnya atau mentransformasikan sistem koordinat citra masuk ke sistem koordinat citra lain, (Wiweka, 1999).

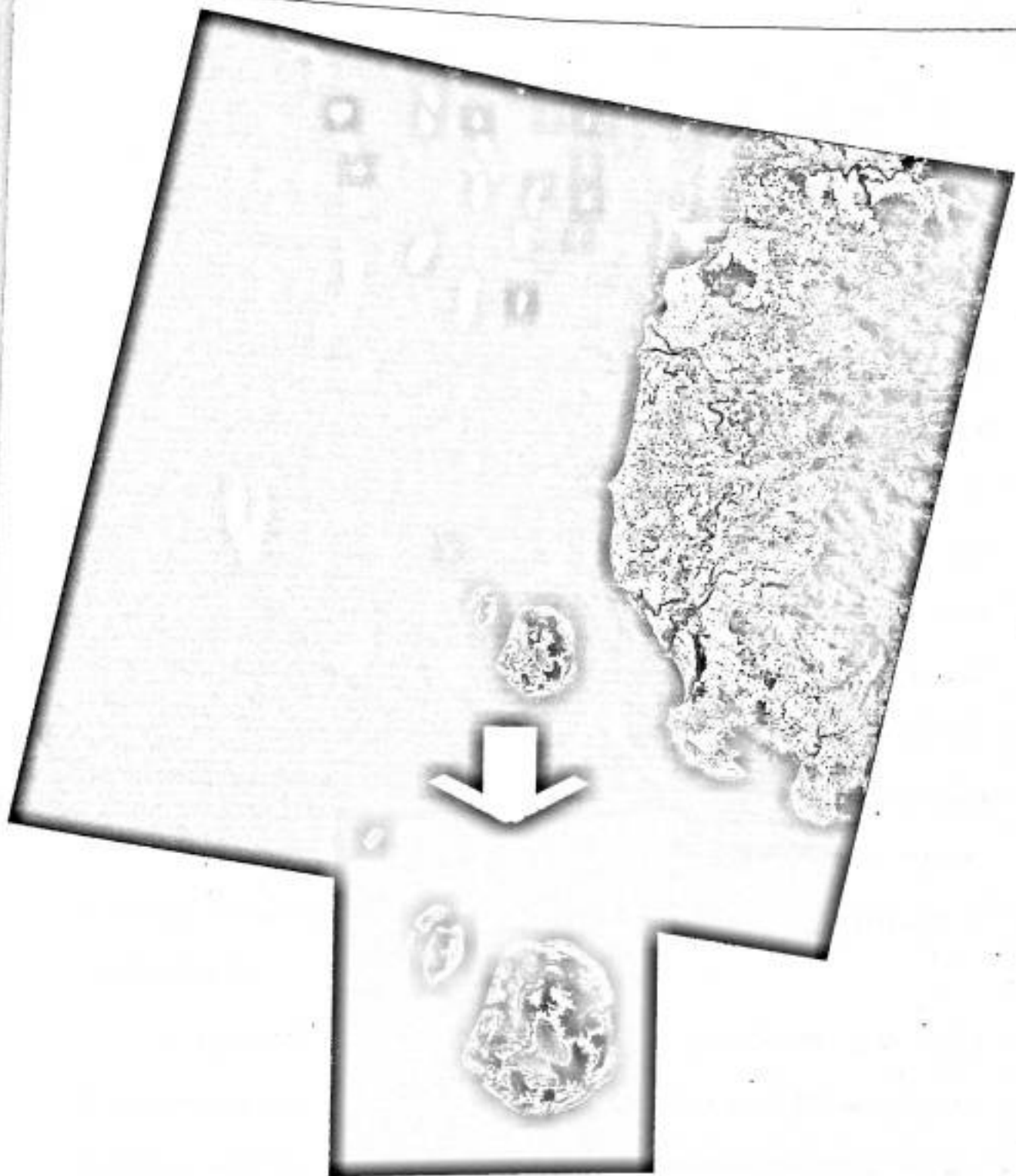
Koreksi geometrik dalam penelitian ini berdasarkan *image to image*, yakni melakukan registrasi data citra tahun 1994 yang telah terkoreksi sebelumnya dengan citra tahun 2001 yang akan dikoreksi dengan memasukkan titik kontrol (Lampiran 2) sebagai data acuan untuk mengoreksi data citra Landsat TM. Perubahan bentuk dari bujur sangkar menjadi jajaran genjang merupakan hasil dari pemulihan tersebut.

Hasil koreksi dan registrasi memiliki nilai RMSE (*Root Mean Square Error*) dengan kisaran antara 0,13 sampai 0,28 dengan rata-rata 0,18. Ini sesuai dengan standar pemetaan Amerika Serikat dimana jika nilai RMSE kurang dari 0,5 dianggap teliti, untuk Landsat TM dengan resolusi spasial 30 meter harus < 15 meter (Eastman, 1997). Nilai kesalahan pada koreksi geometris nilainya kurang dari 0,5 piksel agar penyimpangannya tidak lebih dari 0,045 ha. Nilai kesalahan RMSE selalu bervariasi

untuk setiap proses koreksi geometris dan registrasi, hal didasarkan pada ketepatan titik-titik kontrol atau titik-titik acuan yang digunakan.

2. Pemotongan Data Citra (*Cropping*)

Pemotongan citra dilakukan setelah proses koreksi geometrik dilakukan. Semua data yang tercakup dalam *scene* yang tidak dibutuhkan dipotong sampai pada daerah penelitian yaitu kepulauan Tanakeke kabupaten Takalar. Pemotongan citra dilakukan agar analisis data terpusat pada obyek dan daerah yang diteliti. Hasil pemotongan daerah penelitian mempunyai ukuran 639 kali 680 piksel (Gambar 9).



Peta Index

Prop. Sul-Sel



Proyeksi : Transverse Mercator
 Datum : Datum Indonesia 1974 (ID-1974)
 Sistem Grid : Universal Transverse Mercator
 Satuan Unit Peta : Meter

CITRA LANDSAT HASIL CROP

RGB 453 :

:B4

:B5

:B3

Gambar 4-1. Citra Landsat sebelum pemotongan dan setelah pemotongan

Karakteristik Kenampakan Obyek pada Citra Landsat-TM

1. Interpretasi Visual dan Pemilihan Kanal Spektral

Interpretasi visual digunakan untuk mengamati beragam peristiwa alam, karena cara ini sangat efektif untuk mengingatnya di kemudian hari, tetapi menurut Sutanto (1979) dalam Asriningrum (1999), interpretasi visual dimaksudkan sebagai perbuatan mengamati citra secara visual dengan maksud untuk identifikasi obyek dan menilai pentingnya obyek tersebut.

Pemisahan suatu obyek pada citra Landsat-TM dapat dilakukan dengan mudah dengan membuat kombinasi kanal komposit warna (*Red Green Blue*). Kombinasi kanal yang umum digunakan dalam kegiatan olah citra yaitu SCC (*Specific Color Composite*) RGB 453 (Harsanugraha, *et al.*, 1999), karena kombinasi kanal 453 (RGB) mempunyai variasi kombinasi yang paling baik dan yang paling kontras untuk kenampakan visual untuk membedakan obyek air, tanah dan vegetasi. Lainnya, pada kanal-kanal ini juga memberikan reflektansi yang optimal (Gambar 10 dan Gambar 11).

Mengidentifikasi vegetasi mangrove melalui penginderaan jauh dapat didasarkan atas dua sifat penting dari vegetasi mangrove yaitu bahwa mangrove mempunyai zat hijau daun (klorofil) dan mangrove tumbuh di daerah pesisir. Dua hal ini akan menjadi pertimbangan penting di dalam mendeteksi hutan mangrove melalui satelit, sifat optik klorofil sangat khas karena klorofil menyerap spektrum sinar merah dan memantulkan dengan kuat spektrum infra merah. Klorofil fitoplankton yang berada di air laut dapat dibedakan dari klorofil mangrove karena sifat air yang kuat

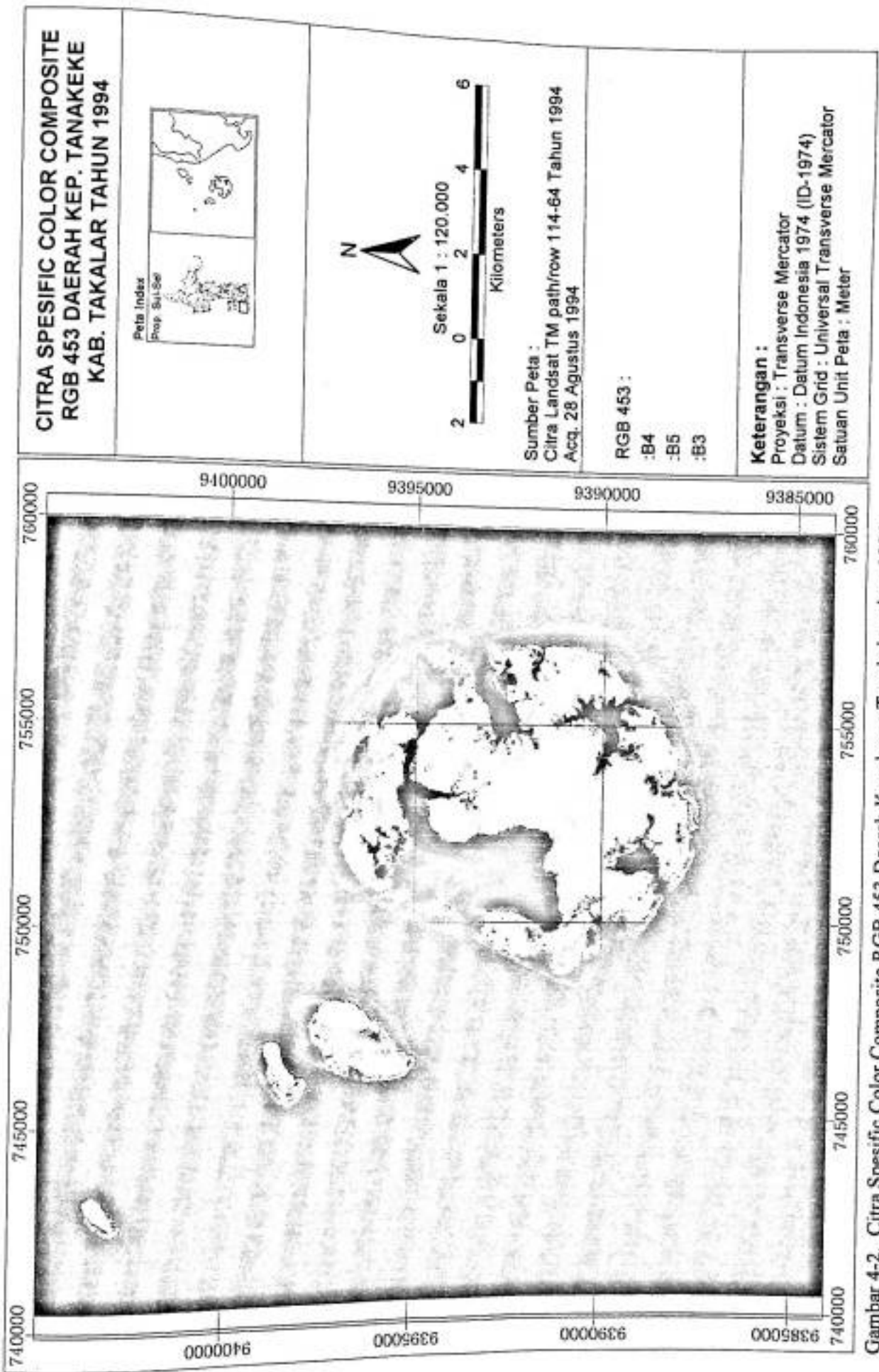
menyerap spektrum infra merah. Tanah, pasir, dan batuan juga memantulkan tetapi tidak menyerap spektrum sinar merah sehingga tanah dan mangrove secara optik juga dapat dibedakan.

Vegetasi mangrove dan vegetasi terrestrial yang lain memang mempunyai sifat optik yang hampir sama dan sulit dibedakan tetapi mengingat mangrove hidup di pinggir pantai (dekat dengan air laut) maka biasanya antara keduanya dapat dipisahkan dengan memperhitungkan jarak pengaruh air laut. Seperti di kepulauan Tanakeke yang terpisah dari daratan utama pulau Sulawesi, areal mangrove menjadi batas luar areal tambak dan batas antara perairan dan pulau memudahkan pemisahan antara keduanya. Dengan pertimbangan tersebut maka pengamatan luasan mangrove di kepulauan Tanakeke dapat dipantau lewat satelit.

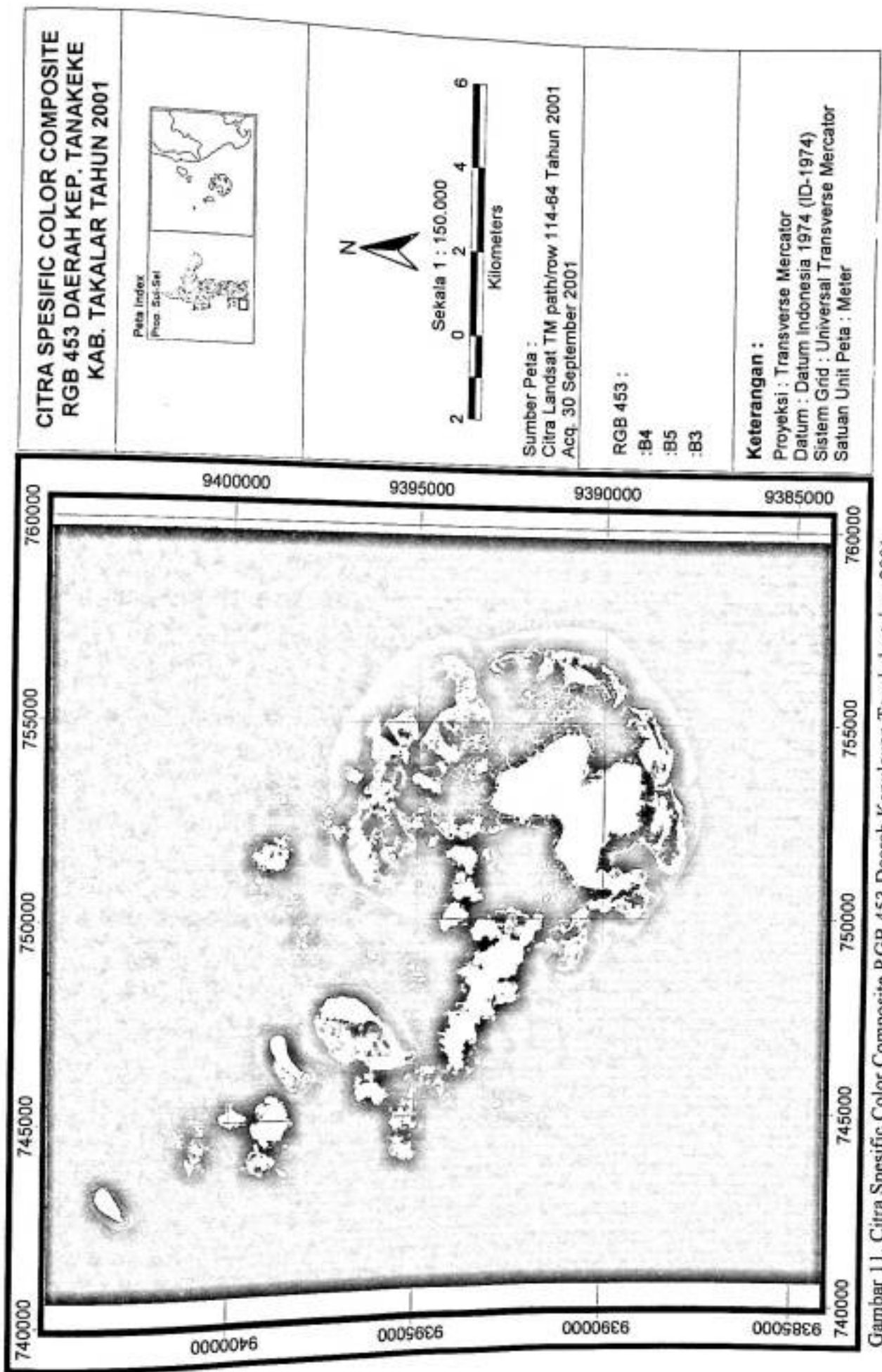
Kanal 3 ($0.63 - 0.69 \mu\text{m}$) pada spektrum merah dalam komposit 453 diberi warna biru (*Blue*) merupakan kanal penyerap klorofil dan memperkuat kontras antara kenampakan vegetasi dan bukan vegetasi. Pada kanal 3 pantulan nilai air cukup tinggi dibandingkan nilai pada kanal 4 dan kanal 5. Karena kanal 3 menyerap klorofil maka nilai pantulan vegetasi cukup rendah. Air merupakan obyek yang banyak menyerap gelombang elektromagnetik yang datang, sehingga kenampakan air cenderung gelap. Demikian pula untuk vegetasi, klorofil cenderung untuk menyerap cahaya. Mangrove merupakan vegetasi yang berada dilahan basah, karena itu kenampakan mangrove terlihat lebih gelap bila dibandingkan dengan vegetasi-vegetasi lainnya yang berada di lahan kering.

Kanal 4 ($0,76 - 0,90 \mu\text{m}$) pada spektrum inframerah dekat dalam komposit 453 diberi warna merah (*Red*) diperuntukkan dalam penonjolan vegetasi karena pada kisaran kanal 4 vegetasi akan merefleksikan radiasi gelombang elektromagnetik paling besar yaitu berkisar 50 % - 60%. Pada kombinasi 453, vegetasi mempunyai kenampakan berwarna merah cerah sampai merah gelap, sedangkan untuk obyek lain ditampilkan warna beraneka ragam. Karena kanal 4 memantulkan gelombang elektromagnetik sehingga obyek yang dinampakkan berwarna cerah atau terang.

Kanal 5 ($1,55 - 1,75 \mu\text{m}$) pada spektrum inframerah tengah dalam komposit 453 diberi warna hijau (*Green*). Pada kisaran panjang gelombang tersebut tanah dengan kenampakan berwarna hijau terang karena tanah merefleksikan radiasi gelombang elektromagnetik yang optimal.



Gambar 4-2. Citra Specific Color Composite RGB 453 Daerah Kepulauan Tanakeke tahun 1994



Gambar 11. Citra Spesific Color Composite RGB 453 Daerah Kepulauan Tanakeke tahun 2001

2. Hasil Visualisasi Obyek pada Citra

Dalam rangkaian pengolahan data citra pada penelitian ini, visualisasi obyek pada citra komposit 453 (RGB) dalam rangka pengenalan dipaparkan sebagai berikut:

1. *Awan*; ditandai dengan rona yang cerah berwarna putih dan selalu disertai bayangan awan yang diwakili oleh rona gelap dan berwarna hitam. Kelas awan yang dimaksudkan dalam bahasan ini adalah awan itu sendiri beserta bayangannya. Hal ini dimaksudkan untuk kesederhanaan perhitungan, sebab pada dasarnya tutupan awan dan bayangannya berimplikasi pada minimnya informasi penggunaan lahan yang dapat diekstraksi.
2. *Lahan/Non Mangrove*; meliputi :
 - a. *Hutan*; dengan kenampakan rona terang, berwarna kuning bercampur coklat atau dominan coklat. Tekstur kasar dan tidak teratur bentuknya.
 - b. *Kebun Campuran*; rona agak terang dan didominasi oleh warna hijau, tekstur sedikit kasar menyebar diantara sawah dan hutan, terkadang sporadis dan menyela pada pemukiman.
 - c. *Pemukiman*; pada citra terlihat menyebar berupa titik-titik dengan piksel yang cerah dan terletak berbatasan dengan lahan lokasi aktifitas penduduk.
3. *Mangrove*; terlihat dengan rona cerah, dan berwarna merah kegelapan pada semua data citra tahun 1994 dan 2001. Tekstur agak halus dengan asosiasi berada diantara atau dekat dengan perairan dan tambak.

Warna merah merupakan reflektansi vegetasi pada kanal inframerah sedang kegelapan merupakan reflektansi tanah berair pada kanal infra merah. Mangrove mempunyai zat hijau daun (klorofil) dan mangrove tumbuh di bagian luar pulau. Sifat optik klorofil sangat khas yaitu bahwa klorofil menyerap spektrum sinar merah dan memantulkan dengan kuat spektrum infra merah. Klorofil fitoplankton yang berada di laut dapat dibedakan dari klorofil mangrove karena sifat air sangat menyerap spektrum infra merah.

4. *Perairan*; Perairan dangkal muncul dengan rona biru cerah disekeliling pulau dan bertekstur halus. Sedangkan perairan dalam dengan rona gelap, warna biru tua, dan bertekstur halus.
5. *Tambak*; Untuk tambak yang sedang produktif terlihat dengan rona terang dan dibatasi oleh garis terang dengan rona gelap pada bagian dalam, mirip dengan rona dan tekstur perairan. Sedangkan tambak yang tidak produktif berwarna rona lebih terang berwarna abu-abu.

Pengolahan dan Analisis Data Landsat-TM

1. Penutup Lahan berdasarkan Hasil Klasifikasi

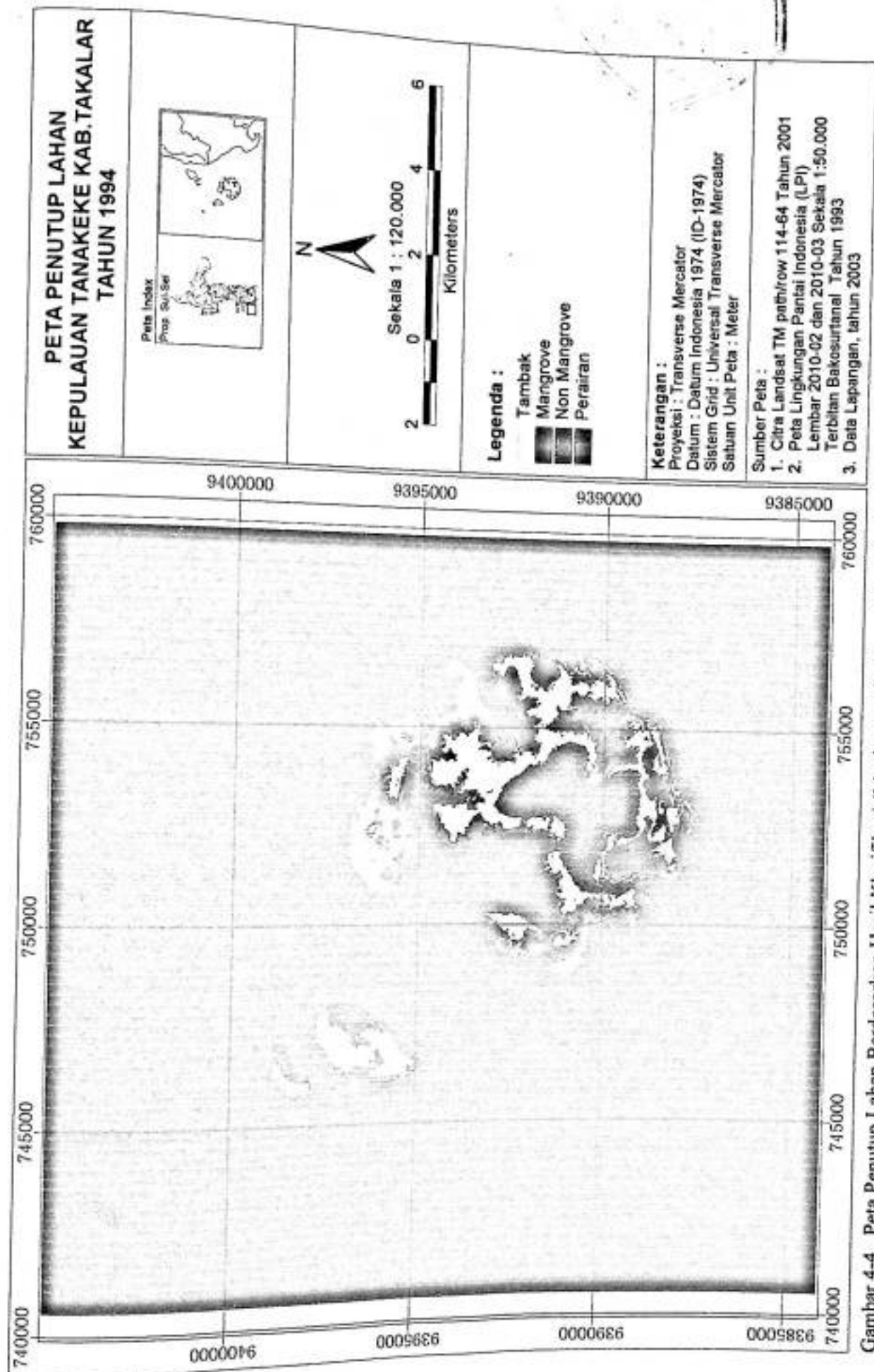
Dengan kenampakan visual kombinasi kanal 453 (RGB) dan nilai reflektansinya selanjutnya dilakukan analisis digital citra Landsat-TM tahun 1994 dan 2001, maka daerah kepulauan Tanakeke dapat diklasifikasikan kedalam 12 kelas sub kategori hingga pengklasifikasian kedalam 4 (empat) kategori utama. Dimana sub kategori itu adalah 10 untuk daerah daratan dan 2 (dua) untuk daerah perairan (laut). Klasifikasi wilayah darat terdiri dari 3 (tiga) kelas mangrove, 3 (tiga) kelas tambak, dan 4 (tiga) untuk vegetasi lain, pemukiman, kebun campuran, dan lahan terbuka. (Non Mangrove). Klasifikasi terbimbing yang digunakan diawali dengan data latihan (*training sample*).

Klasifikasi terbimbing untuk penutup lahan dilakukan dengan data digital satelit dimana data latihan diperlukan untuk pengajaran kepada komputer sehingga komputer mempunyai wawasan dalam pengkelasan suatu piksel di dalam citra ke kelas penutup lahan tertentu (misal berupa ciri/pola secara statistik untuk tiap-tiap kelas).

Data latihan dibuat langsung diatas citra satelit yang akan dikelaskan dengan cara digitasi areal suatu penutup lahan dengan bantuan monitor komputer. Areal data latihan (*training site*) didigitasi berdasarkan hasil interpretasi citra satelit yang sudah dapat dipastikan kebenarannya dengan bantuan hasil cek lapangan.

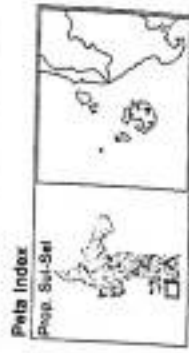
Dari hasil data latih yang diperoleh kemudian dilakukan ekstraksi ciri/pola suatu kelas penutup lahan pada citra satelit dengan metode Klasifikasi Kemungkinan Maksimum (*Maximum Likelihood Classification*).

Dari hasil klasifikasi citra Landsat-TM tahun 1994 dan 2001, secara umum terdiri dari 4 kategori utama yaitu mangrove yang diperlihatkan dengan warna merah, tambak diperlihatkan dengan kuning, non mangrove diperlihatkan dengan warna hijau, dan perairan/laut diperlihatkan dengan tampilan biru. Distribusi penutup lahan masing-masing tahun dapat diperlihatkan pada Gambar 12 dan Gambar 13.



Gambar 4-4. Peta Penutup Lahan Berdasarkan Hasil Klasifikasi (Maximum Likelihood Classification) Kepulauan Tanakeke Data Landsat Tahun 2001

**PETA PENUTUP LAHAN
KEPULAUAN TANAKEKE KAB. TAKALAR
TAHUN 2001**



Legenda :

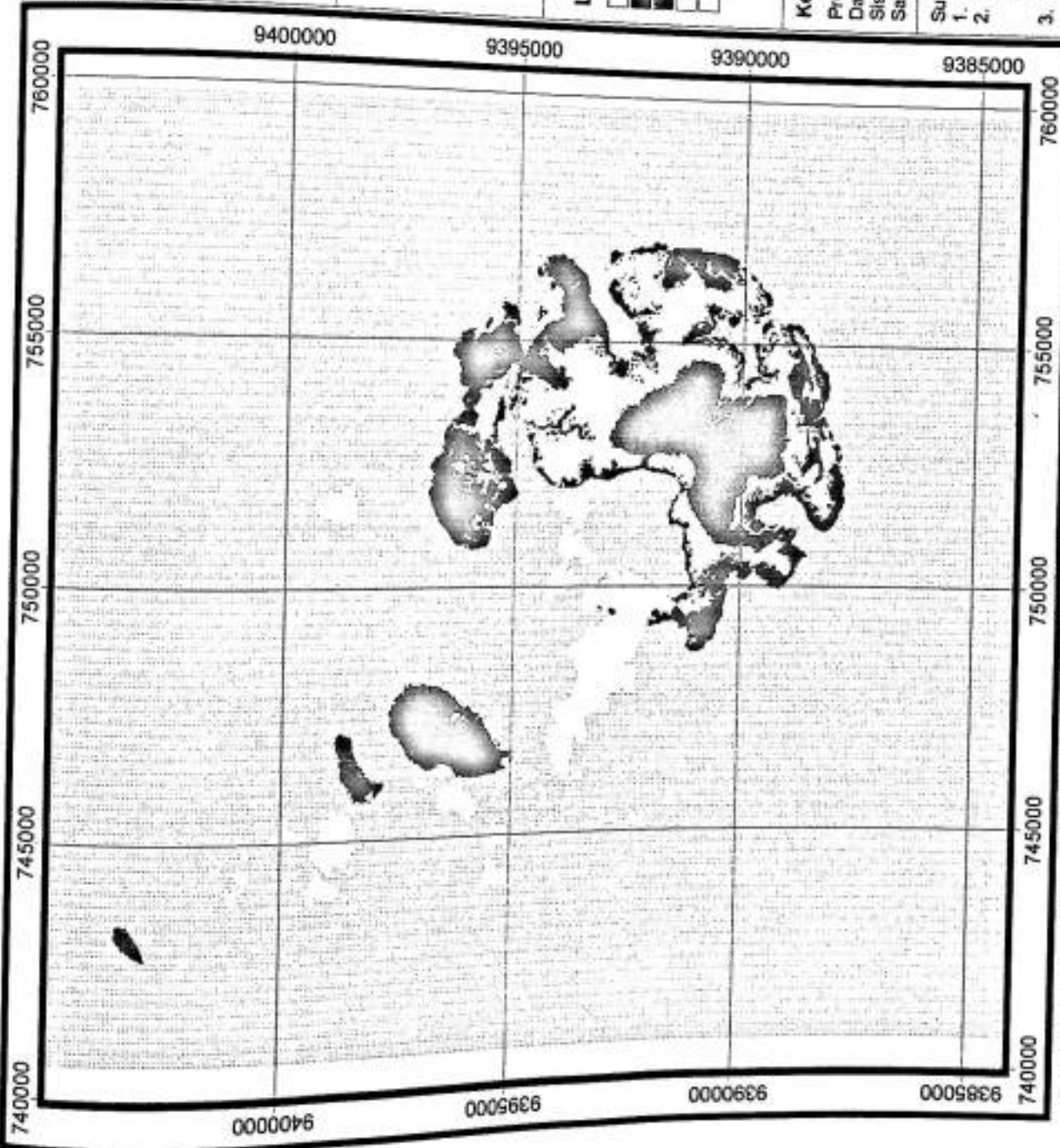


Keterangan :

Proyeksi : Transverse Mercator
Datum : Datum Indonesia 1974 (ID-1974)
Sistem Grid : Universal Transverse Mercator
Satuan Unit Peta : Meter

Sumber Peta :

1. Citra Landsat TM path/row 114-64 Tahun 2001
2. Peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI) Lembar 2010-02 dan 2010-03 Sekala 1:50.000 Terbitan Bakosurtanal Tahun 1993
3. Data Lapangan, tahun 2003



Gambar 13. Peta Penutup Lahan Berdasarkan Hasil Klasifikasi (Maximum Likelihood Classification) Kepulauan Tanakeke Data Landsat Tahun 2001

2. Ketelitian Hasil Klasifikasi

Ketelitian hasil klasifikasi dihitung dengan cara membandingkan citra hasil klasifikasi dengan data referensi (Kushardono, 1998 dalam Suparjo, 1999), dimana hasil pengecekan lapangan disajikan pada Lampiran 4. Data referensi yang dimaksud berupa :

1. Data check lapangan (*ground truthing*) yang diambil secara acak pada areal yang dicakup citra satelit untuk masing-masing kelas.
2. Area data latih (*training site*) yang sudah dibuat sebelumnya dari hasil interpretasi secara visual citra satelit.

Distribusi nilai ketelitian klasifikasi keseluruhan hasil interpretasi citra dengan menggunakan tabel kontingensi dari *Daels* dan *Antrop*. Berdasarkan hasil uji ketelitian klasifikasi (Tabel 8) dengan menggunakan data titik pengecekan lapangan sebanyak 20 titik terlihat bahwa nilai ketelitian klasifikasi keseluruhan adalah 90%. Hasil ini menunjukkan bahwa hasil klasifikasi berdasarkan kenampakan citra kebenarannya dapat diterima karena memiliki ketelitian > 85%.

Tabel 8. Matriks Hasil Uji Ketelitian

No	Uji Lapangan Interpretasi	Hasil Pengujian Lapangan				Total Inter pretasi	Total Benar	Total Salah
		Mgr	Tbk	Pr	Non	Jumlah	Jumlah	Jumlah
1.	Mangrove (Mgr)	8	1	-	-	9	8	1
2.	Tambak (Tbk)	-	5	-	-	5	5	-
3.	Perairan/Laut (Pr)	-	-	1	-	1	1	-
4.	Non Mangrove (Non)	-	1	-	4	5	4	1
Jumlah Total					20	18	2	
%					100%	90%	10%	

Sumber : Klasifikasi Terbimbing Citra Landsat Thn. 1994 dan 2001 dan *ground truth*

2. Penutup Lahan berdasarkan Analisis Indeks Vegetasi

Pengklasifikasian dengan menggunakan pendekatan indeks vegetasi didasarkan atas prinsip pemantulan oleh daun atau pigmentasi dan kandungan air pada permukaan daun serta efek dari kandungan air tanah.

Salah satu formula yang digunakan untuk menghitung indeks vegetasi adalah NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Pemantauan vegetasi dengan metode NDVI pada prinsipnya adalah mengamati perubahan tingkat kehijauan vegetasi yang disebabkan oleh fluktuasi konsentrasi klorofil pada daun-daun vegetasi. Tingkat kehijauan vegetasi maupun konsentrasi klorofil berfluktuasi sesuai dengan perubahan kondisi vegetasi selama pertumbuhan dan perkembangannya. Formula ini didasarkan pada reflektansi dari obyek penginderaan jauh dalam perbandingan antara panjang gelombang merah dan infra merah pada sensor Landsat-TM berada pada kanal 3 dan kanal 4.

Dari nilai pantulan vegetasi mangrove dibagi dalam 3 kelas kerapatan yaitu mangrove kerapatan jarang, mangrove kerapatan sedang dan mangrove kerapatan lebat. Pembagian kelas kerapatan ini masih bersifat subyektif karena belum ada penelitian yang menerangkan seberapa besar nilai histogram NDVI dua dimensi yang secara pasti mewakili suatu nilai kerapatan tertentu. Selang nilai NDVI untuk berbagai kerapatan tiap daerah berbeda. Namun demikian, dengan ketiga kelas kerapatan tersebut dapat diketahui tingkat kerapatan vegetasi mangrove pada tiap tahun pengamatan.

Dasar pengkelasan kerapatan adalah bentuk histogram yang ditampilkan. Banyaknya puncak tersebut diasumsikan sebagai banyaknya tingkat kerapatan yang ada pada citra tersebut atau satu puncak histogram diasumsikan mewakili satu tingkat kerapatan. (LAPAN, 1999).

3. Penutup Lahan berdasarkan klasifikasi Silang MLC dan NDVI

Hasil klasifikasi dengan metode MLC (*Maximum Likelihood Classification*) diperoleh klasifikasi penutup lahan berdasarkan perbedaan obyek, sedangkan hasil analisis indeks vegetasi diperoleh klasifikasi kerapatan vegetasi sehingga yang ditampilkan hanya nilai kerapatan obyek vegetasi, sedangkan yang bukan vegetasi tidak ditampilkan. Hasil klasifikasi MLC digunakan untuk mencari perubahan mangrove secara kuantitatif. Hasil analisis indeks vegetasi digunakan untuk mencari perubahan mangrove secara kualitatif berdasarkan kerapatannya. Hal tersebut di dapat dengan menggabungkan hasil klasifikasi MLC dengan hasil analisis indeks vegetasi sehingga didapatkan kelas mangrove dengan kerapatannya.

Kisaran NDVI yang didapatkan untuk masing-masing tingkat kerapatan berbeda pada citra tiap tahun. Untuk wilayah kepulauan Tanakeke yang kebanyakan didominasi oleh jenis *Rhizophora spp.* kisaran NDVI untuk kerapatan jarang berkisar 0,01 - 0,32 pada tahun 1994, sedangkan pada tahun 2001 kisaran NDVI 0,01- 0,51. Untuk kerapatan sedang kisaran NDVI 0,32 - 0,42 pada tahun 1994 sedangkan tahun 2001 berkisar antara 0,52 - 0,72. Sedangkan untuk kerapatan lebat didapatkan kisaran NDVI pada tahun 1994 berkisar antara 0,42 - 0,58 sedangkan pada tahun

2001 mangrove kerapatan lebat berkisar antara 0,73 - 0,95. Hasil penggabungan antara klasifikasi *Maximum Likelihood Maximum* dan indeks vegetasi diperlihatkan pada Gambar 15 untuk citra 1994 dan Gambar 16 untuk citra 2001.

Pembuatan Data Vektor dan Analisis SIG

Data raster yang dihasilkan berupa citra gabungan hasil klasifikasi penutupan lahan dan indeks vegetasi dikonversi menjadi data vektor (*point, line, polygon*). Tahap ini dilakukan setelah tahapan pengolahan, analisa citra dan pengkoreksian hasil survei lapangan telah selesai. Pengolahan data vektor selanjutnya dilakukan dengan menambah atribut yang diperlukan dan melakukan analisis SIG. Dalam SIG, proses analisis perubahan mudah dilakukan untuk menghasilkan informasi, pembaruan data, manipulasi data, layout peta luasan dan kerapatan hutan mangrove.

1. Analisis Perubahan Luas Penutup Lahan

Diperoleh luasan masing-masing kelas penutup lahan seperti pada Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 9. Luasan Penutup Lahan di Kepulauan Tanakeke tahun 1994 dan 2001

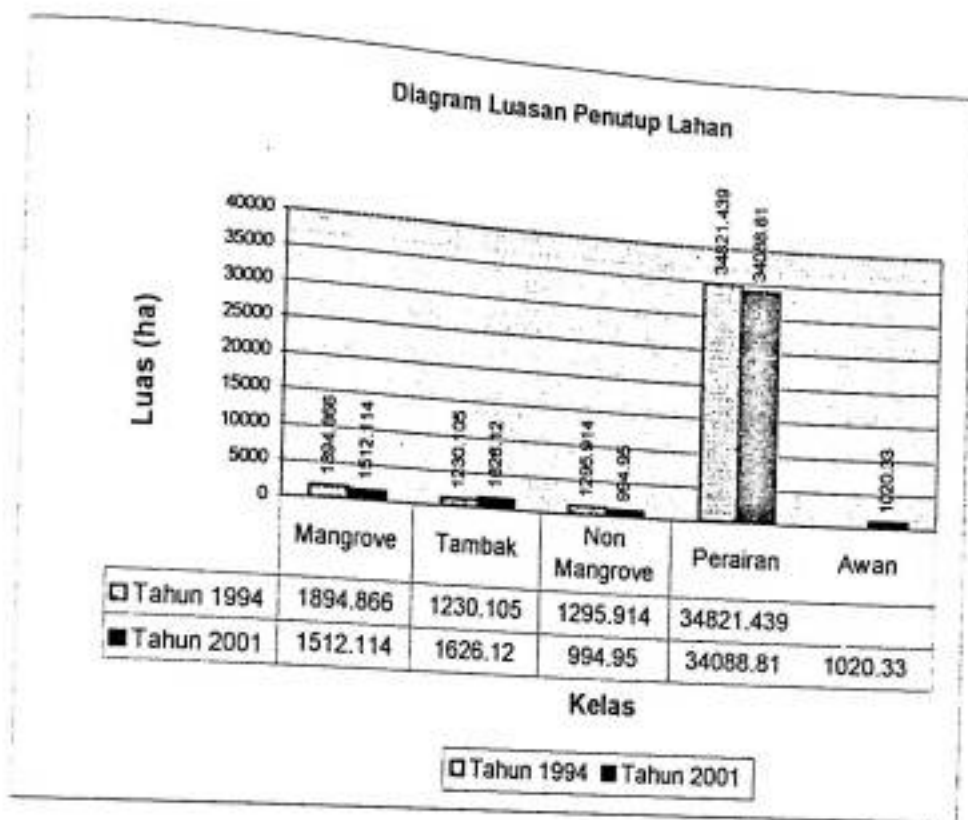
Kelas	1994		2001		Laju perubahan Rata-rata (ha/th)	Laju Perubahan Luas per tahun (%)
	ha	%	ha	%		
Mangrove	1.894,87	4,83	1.512,11	3,85	-54,68	20,20
Tambak	1.230,11	3,13	1.626,12	4,14	56,57	32,19
Non Mangrove	1.295,91	3,30	994,95	2,54	-42,99	23,22
Perairan/Laut	34.821,44	88,73	34.088,81	86,87	-104,66	2,10
Awan	0	0	1.020,33	2,60		
Total	39.242,32	100,00	39.242,32	100,00		

Sumber : Hasil olah data citra Landsat TM tahun 1994 dan 2001

Dari tabel diatas terlihat adanya penurunan luas daerah mangrove, dimana pada tahun 1994 sekitar 4,83 % atau 1.894,87 ha menjadi 1.512,11 ha pada tahun 2001 atau sekitar 3,85%. Laju penurunan luas mangrove adalah sebesar 20,20 % dengan rata-rata perubahan sebesar 54,68 ha setiap tahunnya.

Daerah non mangrove juga mengalami penurunan luasan dimana pada tahun 1994 seluas 1.295,91 ha atau 3,30% menjadi 994,95 atau sekitar 2,54% pada tahun 2001. Laju penurunan luas non mangrove adalah sebesar 23,22 % dengan rata-rata perubahan tiap tahun sebesar 42,99 ha.

Sedangkan daerah tambak mengalami penambahan luas dimana pada tahun 1994 sekitar 1.230,11 ha atau sekitar 3,13% menjadi 1.626,12 ha atau sekitar 4,14% pada tahun 2001. Laju penambahan luas tambak adalah sebesar 32,19 % dengan rata-rata perubahan sebesar 56,57 ha setiap tahunnya. Perubahan luas areal tambak diikuti dengan menurunnya areal luasan mangrove dan non mangrove. Hal ini disebabkan karena tingginya aktifitas masyarakat kepulauan Tanakeke dalam memanfaatkan hutan mangrove tersebut untuk dikonversi menjadi tambak, dimana menurut Anonim (1995) dalam Jumiati (1999) kegiatan budidaya tambak dimulai sejak tahun 80-an dan angka ini diperkirakan terus meningkat karena kegiatan pembangunan tambak terutama di sekitar areal bakau terus berlangsung. Selain itu juga, mangrove digunakan sebagai bahan baku kayu arang.



Gambar 14. Diagram Luasan Penutup Lahan Kepulauan Tanakeke

Seiring dengan perkembangan masyarakat yang dibarengi dengan tingkat kebutuhan ekonomi yang semakin meningkat, mengakibatkan hutan mangrove di pulau-pulau ini dimanfaatkan untuk usaha lain yang lebih cepat dari segi finansial namun dampak yang ditimbulkannya cukup besar untuk merusak lingkungan (Alansar, 2003).

Pengamatan lapangan menunjukkan bahwa sejak beberapa tahun yang lalu hutan mangrove di daerah tersebut telah mengalami konversi untuk memenuhi berbagai keperluan seperti tambak, bahan kayu bakar dan perluasan kawasan pemukiman. Kegiatan ini kemungkinan dipicu karena terjadinya krisis moneter yang menimpa bangsa Indonesia pada tahun 1998, sehingga aktifitas masyarakat dalam memanfaatkan hutan mangrove pada tahun tersebut meningkat. Sebaran perubahan

kondisi mangrove paling besar terjadi di Rewatayya, Dandedandere dan Lantangpeo (Gambar 15).

Untuk mengetahui perubahan luasan yang terjadi pada masing-masing kelas penutup lahan dilakukan dengan menggunakan analisis tumpang-susun (*Superimposition Analysis*) antara citra hasil klasifikasi tahun 1994 dan 2001. Pola penggunaan lahan selama kurun waktu tujuh tahun disajikan pada Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Luas Perubahan Lahan Hasil Tumpang Susun (*Superimposition*) Citra Tahun 1994 dan 2001

Kategori		1994-2001	
Awai	Menjadi	ha	%
Mangrove	Mangrove	1.251,19	3,19
Mangrove	Tambak	324,07	0,83
Mangrove	Non Mangrove	15,66	0,04
Mangrove	Perairan	242,63	0,62
Mangrove	Awan	61,31	0,16
		1.894,87	4,83
Tambak	Mangrove	44,56	0,11
Tambak	Tambak	1.072,60	2,73
Tambak	Non Mangrove	48,09	0,12
Tambak	Perairan	50,53	0,13
Tambak	Awan	14,33	0,04
		1.230,11	3,13
Non Mangrove	Mangrove	112,48	0,29
Non Mangrove	Tambak	194,65	0,50
Non Mangrove	Non Mangrove	926,51	2,36
Non Mangrove	Perairan	54,81	0,14
Non Mangrove	Awan	7,46	0,02
		1.295,91	3,30
Perairan	Mangrove	103,88	0,26
Perairan	Tambak	34,80	0,09
Perairan	Non Mangrove	4,69	0,01
Perairan	Perairan	33.740,84	85,98
Perairan	Awan	937,24	2,39
		34.821,44	88,73
Total		39.242,32	100,00

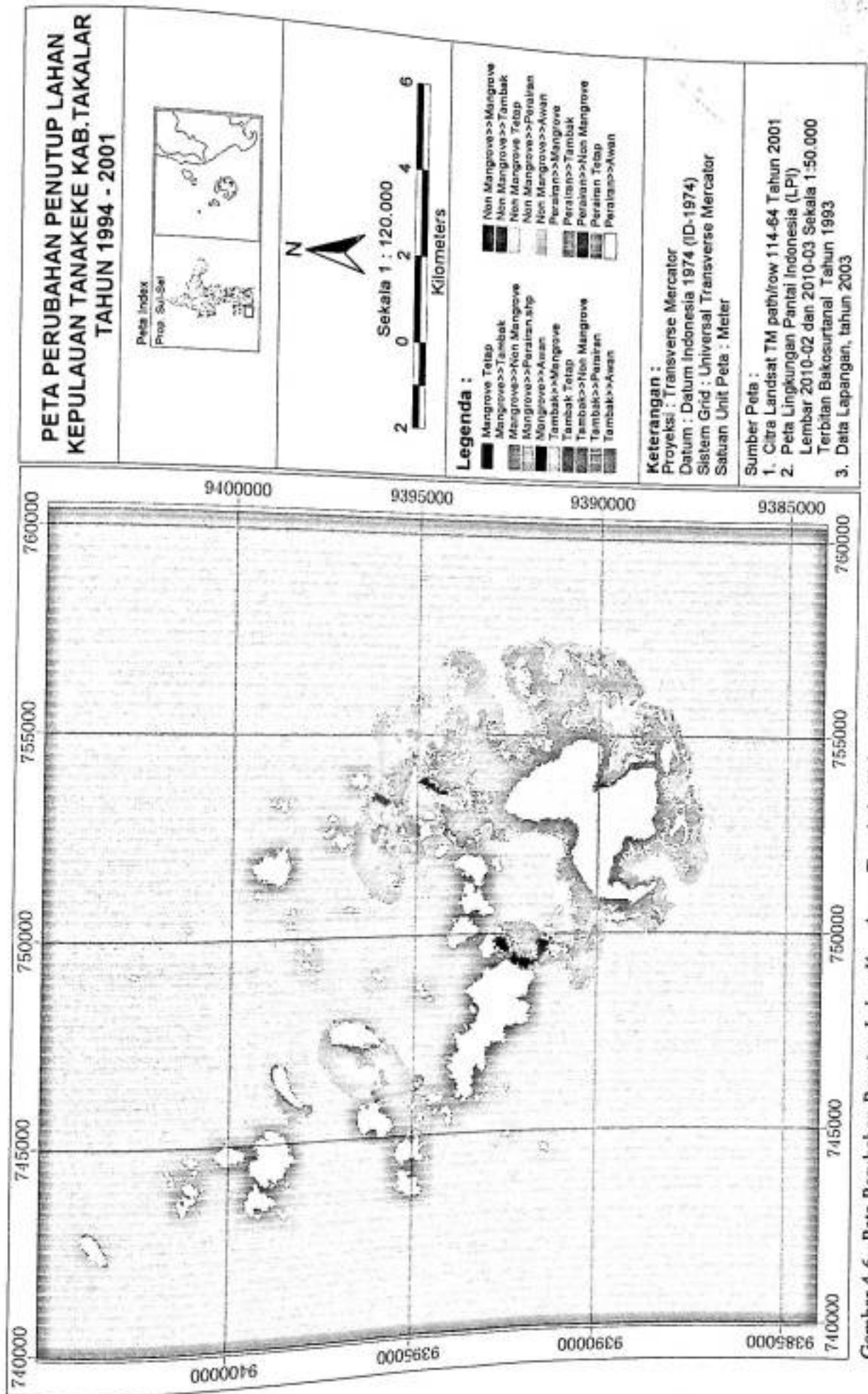
Sumber : Hasil Olah Data Citra Landsat TM tahun 1994 dan 2001

Dari tabel diatas terlihat bahwa untuk kelas mangrove tahun 1994 yang tetap menjadi kelas mangrove pada tahun 2001 yaitu sebesar 1.251,19 ha. Sedangkan yang mengalami perubahan ke bentuk penggunaan lain yaitu sebesar 324,07 ha menjadi kelas tambak, beralih menjadi kelas non mangrove sebesar 15,66 ha dan menjadi kelas perairan sebesar 242,63 ha. Luas mangrove yang tertutupi oleh awan sebesar 61,31 ha.

Untuk kelas/kategori tambak, luas tambak pada tahun 1994 yang tetap menjadi tambak pada tahun 2001 sekitar 1.072,60 ha, menjadi lahan mangrove sekitar 44,56 ha, menjadi kategori non mangrove sekitar 48,09 ha, menjadi kategori perairan 50,53 ha dan tertutup awan seluas 14,33 ha.

Perubahan kategori non mangrove yang menjadi mangrove sekitar 112,48 ha, dan tambak sekitar 194,65 ha. Perubahan ini masih lebih kecil dibandingkan dengan non mangrove yang tidak mengalami perubahan hingga tahun 2001 yaitu sebesar 926,51 ha. Kelas non mangrove yang menjadi kelas perairan sebesar 54,81 ha dan sebesar 7,46 ha tertutup oleh awan.

Untuk kategori perairan dimana hingga pada tahun 2001 yang tidak mengalami perubahan seluas 33.740,84 ha. Kategori ini yang menjadi lahan mangrove sekitar 103,88 ha. Yang menjadi kelas tambak dan non mangrove masing-masing sebesar 34,80 ha dan 4,69 ha. Sebagian besar luas kelas perairan tertutupi oleh awan, yaitu sebesar 937,24 ha. Fenomena ini terjadi karena data citra tahun 2001 yang digunakan terdapat gangguan atmosfer yaitu berupa tutupan awan.



Gambar 4-6. Peta Perubahan Penutup Lahan Kepulauan Tanakeke Tahun 1994 - 2001

2. Analisis Perubahan Luas Kerapatan Mangrove

Tingkat kerapatan dan perbandingan antara mangrove berkerapatan tinggi (lebat) dengan berkerapatan jarang dapat menunjukkan kondisi kualitas mangrove setempat. Dengan pendekatan perbandingan antara kelas mangrove lebat dengan mangrove jarang berarti makin tinggi nilai rasio tersebut makin baik kualitas mangrove setempat. Nilai rasio lebih besar satu menunjukkan bahwa di kawasan tersebut mangrove lebat lebih luas daripada mangrove jarang, serta sebaliknya (LAPAN, 1999). Hasil pengukuran luasan di setiap zonasi tingkat kerapatan dan rasio mangrove lebat terhadap jarang dapat dilihat pada Tabel 11. Hasil olah citra Landsat TM tahun 1994 dan analisa data vektor menunjukkan kondisi kerapatan mangrove yang diamati masih cukup lebat dengan ditunjukkan oleh rasio mangrove lebat terhadap mangrove jarang mempunyai nilai lebih besar daripada 1, yakni 3,97.

Tabel 11. Luas Hutan Mangrove menurut Tingkat Kerapatan dan Rasio Kerapatan di Kepulauan Tanakeke

Kelas Kerapatan Mangrove	Tahun 1994		Tahun 2001		Perubahan Luas (ha)
	ha	%	ha	%	
Kerapatan Jarang	324,47	17,12	532,00	35,18	207,53
Kerapatan Sedang	282,99	14,93	283,97	18,78	0,98
Kerapatan Lebat	1.287,40	67,94	696,15	46,04	-591,26
Rasio Kerapatan	3,97		1,31		
Jumlah	1.894,87	100,00	1.512,11	100,00	-382,76

Sumber : Hasil Olah Data Citra Landsat TM tahun 1994 dan 2001

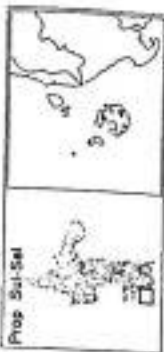
Dari nilai rasio tersebut terlihat bahwa luas hutan mangrove dengan kelas lebat melebihi luas mangrove kelas kerapatan jarang. Hal tersebut secara umum menggambarkan kondisi hutan mangrove di kawasan kepulauan Tanakeke masih relatif baik pada tahun 1994. Mangrove dengan kerapatan lebat tumbuh melebar di

pulau Bauluang, Lantangpeo dan Rewatayya serta lainnya menyebar berupa jalur tipis di sepanjang pesisir pulau Tanakeke.

Rasio kerapatan mangrove pada tahun 2001 menunjukkan adanya penurunan nilai rasio antara mangrove lebat dengan mangrove jarang yakni menjadi 1,31. Meskipun rasio kerapatan masih lebih dari satu, tetapi ini dapat mengindikasikan bahwa mangrove di kepulauan Tanakeke telah mengalami kerusakan dan kondisinya mulai kritis. Untuk kelas mangrove jarang dan mangrove sedang masing-masing bertambah sebesar 207,53 ha dan 0,98 ha pada tahun 2001, sementara mangrove lebat berkurang sebesar 591,25 ha. Kawasan hutan mangrove yang mengalami penurunan luas kelas kerapatan lebat terutama di pulau Bauluang, sebagian di pulau Satangnga, Lantangpeo dan pulau Tanakeke. Dari pengamatan lapangan yang dilakukan (Lampiran 3), secara umum ditemukan bahwa dampak kegiatan manusia di areal hutan mangrove di kepulauan Tanakeke sudah berdampak sedang dan berat yang jika terus menerus dibiarkan dapat mengakibatkan dampak yang lebih besar lagi.




**PETA KERAPATAN HUTAN MANGROVE
KEPULAUAN TANAKEKE KAB. TAKALAR
TAHUN 1994**

Peta Index
Prov. Sul-Sel



Sekala 1 : 150.000
Kilometers

Legenda :

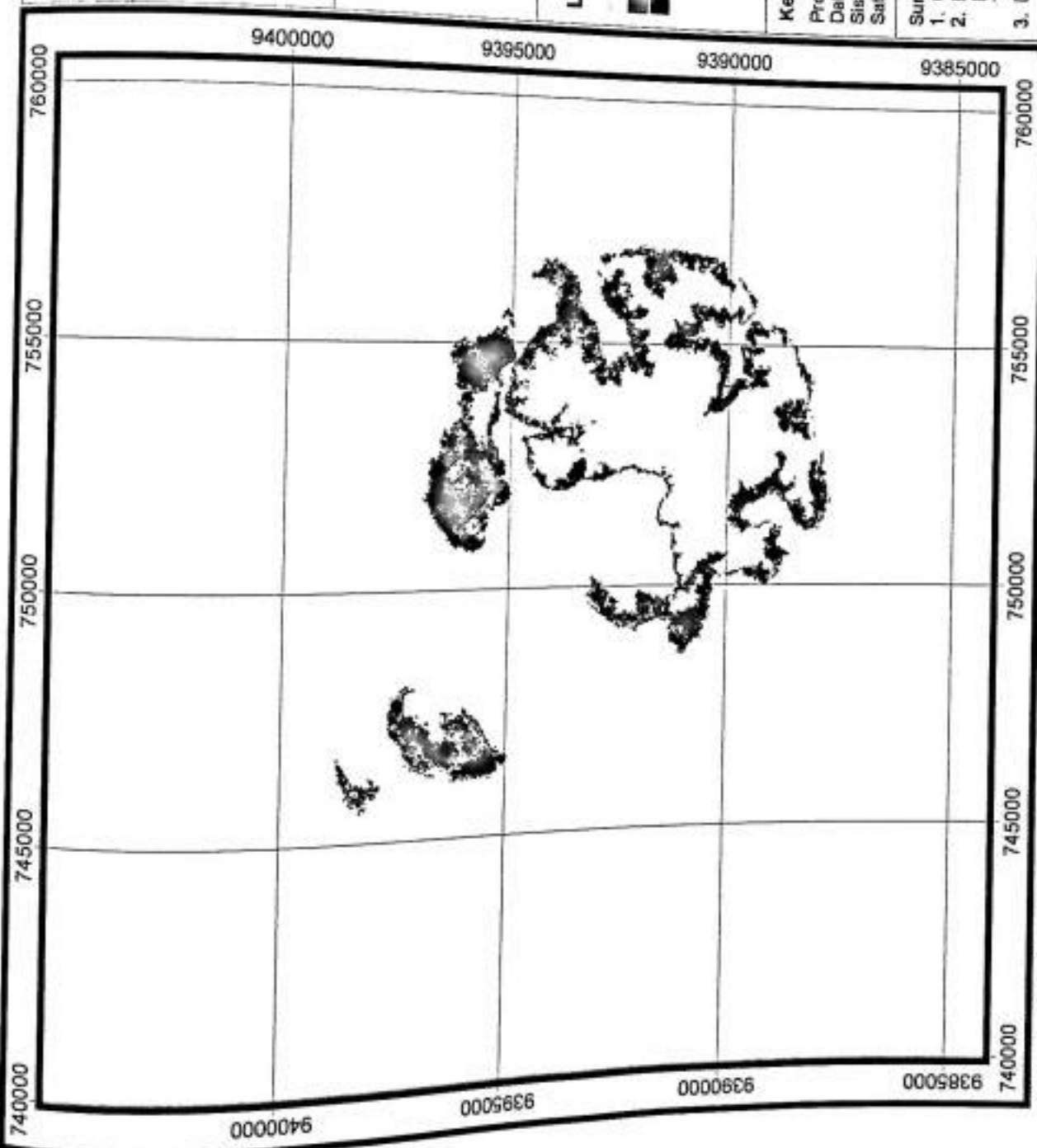
-  Mangrove Jarang
-  Mangrove Sedang
-  Mangrove Lebat

Keterangan :

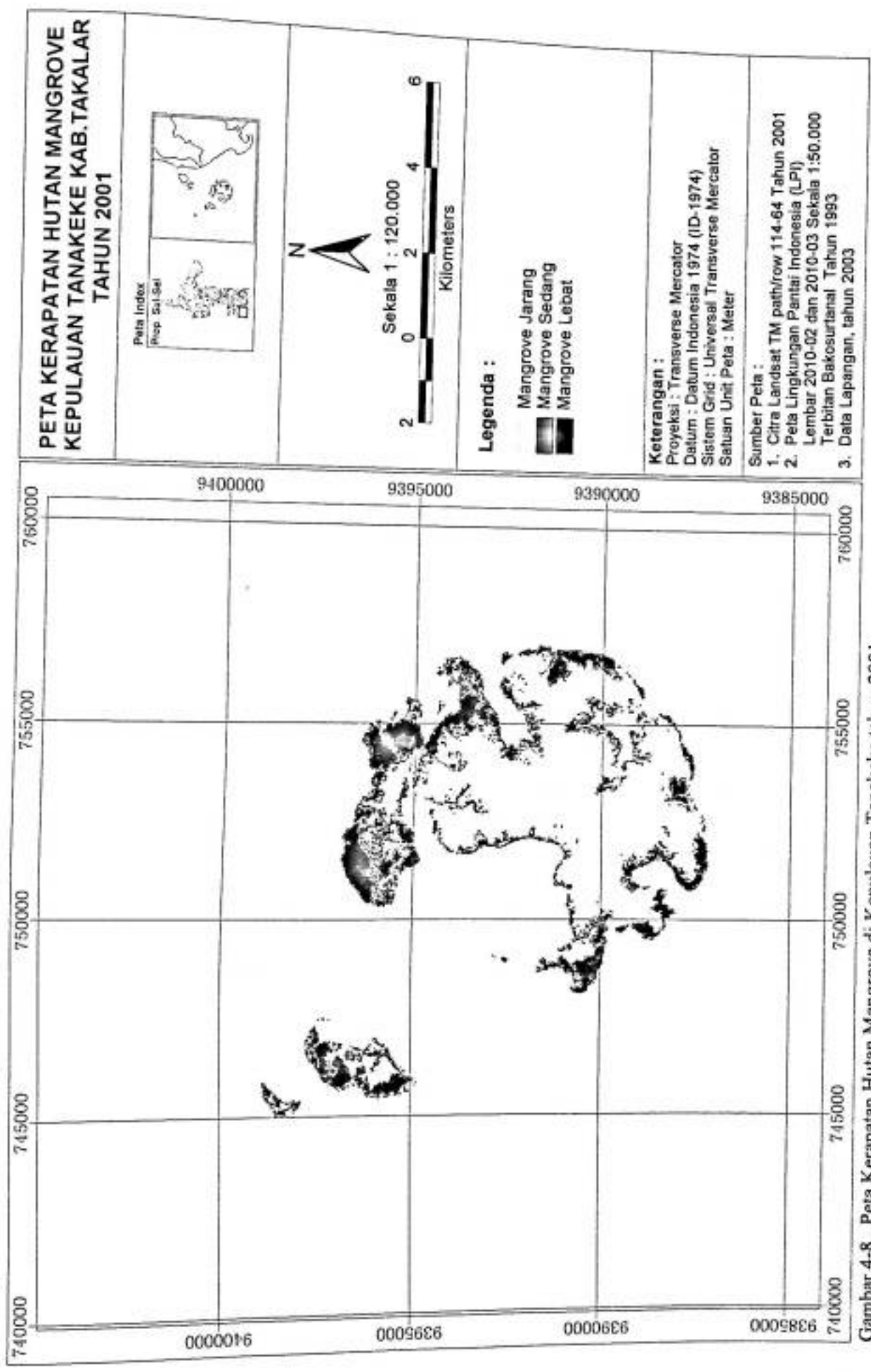
Proyeksi : Transverse Mercator
Datum : Datum Indonesia 1974 (ID-1974)
Sistem Grid : Universal Transverse Mercator
Satuan Unit Peta : Meter

Sumber Peta :

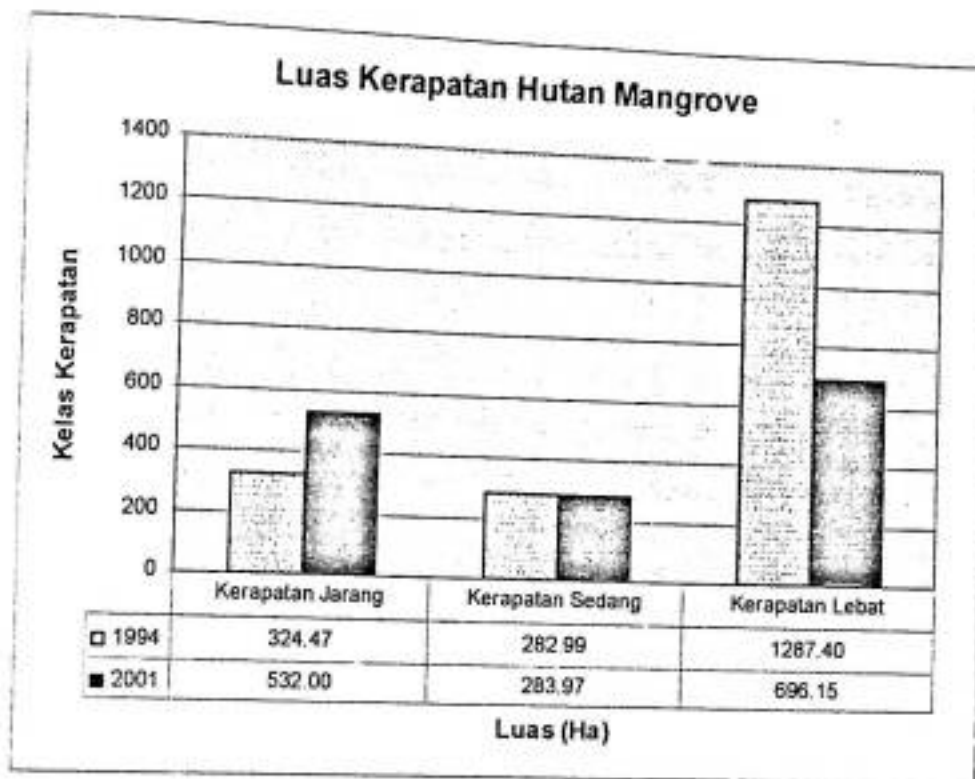
1. Citra Landsat TM path/row 114-64 Tahun 2001
2. Peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI) Lembar 2010-02 dan 2010-03 Sekala 1:50.000 Terbitan Bakosurtanal Tahun 1993
3. Data Lapangan, tahun 2003



Gambar 16. Peta Kerapatan Hutan Mangrove di Kepulauan Tanakeke tahun 1994



Gambar 4-8. Peta Kerapatan Hutan Mangrove di Kepulauan Tanakeke tahun 2001



Gambar 18. Diagram Luas Hutan Mangrove Berdasarkan Tingkat Kerapatan

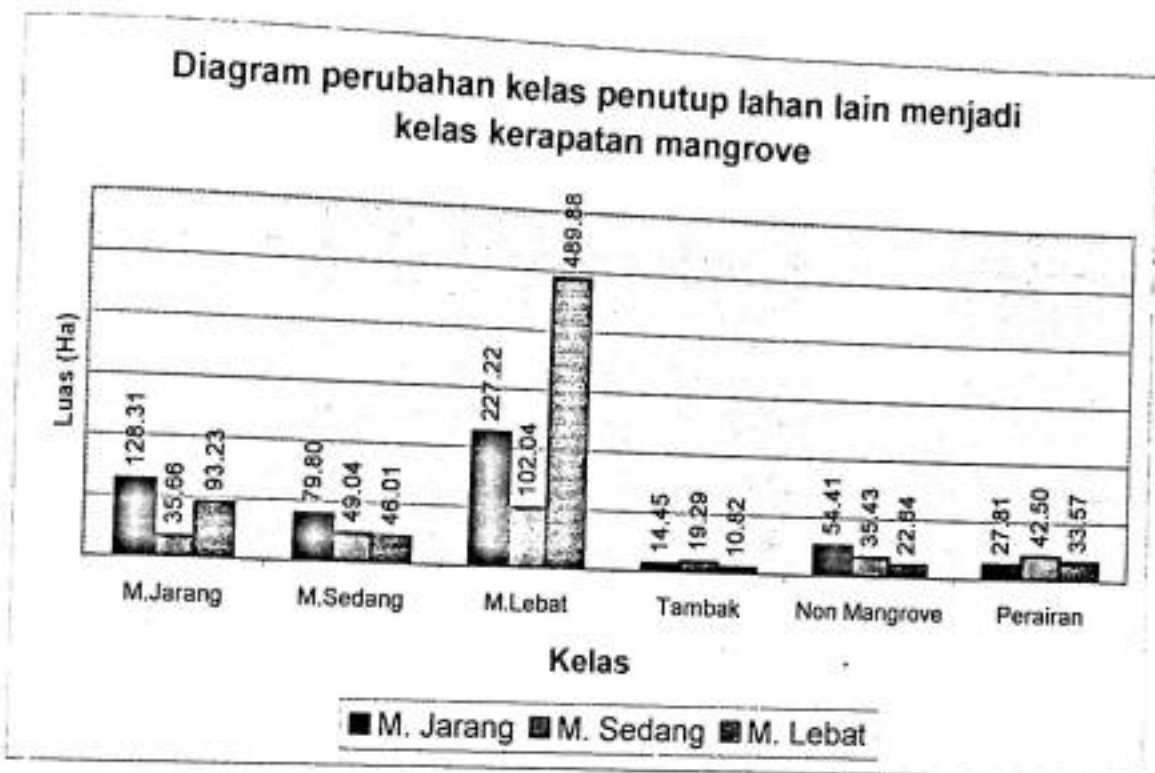
Meskipun secara umum terjadi degradasi hutan mangrove di kepulauan Tanakeke, khususnya kelas mangrove lebat dan kelas mangrove sedang, tetapi berdasarkan analisis tumpang-susun yang dilakukan maka didapatkan adanya perubahan luas kerapatan yaitu penambahan luas kelas mangrove lebat di beberapa lokasi. Ini dapat dilihat pada Tabel 12 dibawah ini.

Tabel 12. Luas Perubahan Penutup Lahan dan Kerapatan Mangrove Tahun 1994 - 2001

Kategori		1994 - 2001	
Awal	Menjadi	ha	%
Mangrove Jarang	Mangrove Jarang	128,31	0,33
Mangrove Jarang	Mangrove Sedang	35,66	0,09
Mangrove Jarang	Mangrove Lebat	93,23	0,24
Mangrove Jarang	Tambak	35,99	0,09
Mangrove Jarang	Non Mangrove	1,42	0,00
Mangrove Jarang	Perairan/Laut	17,89	0,05
Mangrove Jarang	Awan	11,97	0,03
		324,47	0,83
Mangrove Sedang	Mangrove Jarang	79,80	0,20
Mangrove Sedang	Mangrove Sedang	49,04	0,12
Mangrove Sedang	Mangrove Lebat	46,01	0,12
Mangrove Sedang	Tambak	49,34	0,13
Mangrove Sedang	Non Mangrove	1,32	0,00
Mangrove Sedang	Perairan/Laut	46,58	0,12
Mangrove Sedang	Awan	10,90	0,03
		282,99	0,72
Mangrove Lebat	Mangrove Jarang	227,22	0,58
Mangrove Lebat	Mangrove Sedang	102,04	0,26
Mangrove Lebat	Mangrove Lebat	489,88	1,25
Mangrove Lebat	Tambak	238,74	0,61
Mangrove Lebat	Non Mangrove	12,92	0,03
Mangrove Lebat	Perairan/Laut	178,16	0,45
Mangrove Lebat	Awan	38,44	0,10
		1.287,40	3,28
Tambak	Mangrove Jarang	14,45	0,04
Tambak	Mangrove Sedang	19,29	0,05
Tambak	Mangrove Lebat	10,82	0,03
Tambak	Tambak	1.072,60	2,73
Tambak	Non Mangrove	48,09	0,12
Tambak	Perairan/Laut	50,53	0,13
Tambak	Awan	14,33	0,04
		1.230,11	3,13

Non Mangrove	Mangrove Jarang	54,41	0,14
Non Mangrove	Mangrove Sedang	35,43	0,09
Non Mangrove	Mangrove Lebat	22,64	0,06
Non Mangrove	Tambak	194,65	0,50
Non Mangrove	Non Mangrove	926,51	2,36
Non Mangrove	Perairan/Laut	54,81	0,14
Non Mangrove	Awan	7,46	0,02
		1.295,91	3,30
Perairan/Laut	Mangrove Jarang	27,81	0,07
Perairan/Laut	Mangrove Sedang	42,50	0,11
Perairan/Laut	Mangrove Lebat	33,57	0,09
Perairan/Laut	Tambak	34,80	0,09
Perairan/Laut	Non Mangrove	4,69	0,01
Perairan/Laut	Perairan/Laut	33.740,84	85,98
Perairan/Laut	Awan	937,24	2,39
		34.821,44	88,73
		39.242,32	100,00

Tabel 12 diatas memperlihatkan adanya perubahan kelas kerapatan hutan mangrove yang sangat besar dari tahun 1994 hingga tahun 2001 yang terjadi pada kelas kerapatan jarang menjadi kelas kerapatan lebat sekitar 93,23 ha, kelas kerapatan sedang menjadi kelas kerapatan jarang 79,80 ha dan kelas kerapatan lebat menjadi kelas mangrove kerapatan jarang sekitar 227,22 ha. Sedangkan kelas penutup lahan yang lain yang mengalami perubahan menjadi kelas kerapatan yaitu kelas tambak sebesar 19,29 ha menjadi kelas kerapatan sedang. Kelas non mangrove yang menjadi kelas kerapatan jarang sebesar 54,41 ha dan kelas perairan menjadi kelas kerapatan sedang sebesar 42,50 ha. Perubahan kelas penutup lahan yang menjadi kelas kerapatan mangrove dapat dilihat pada gambar berikut.



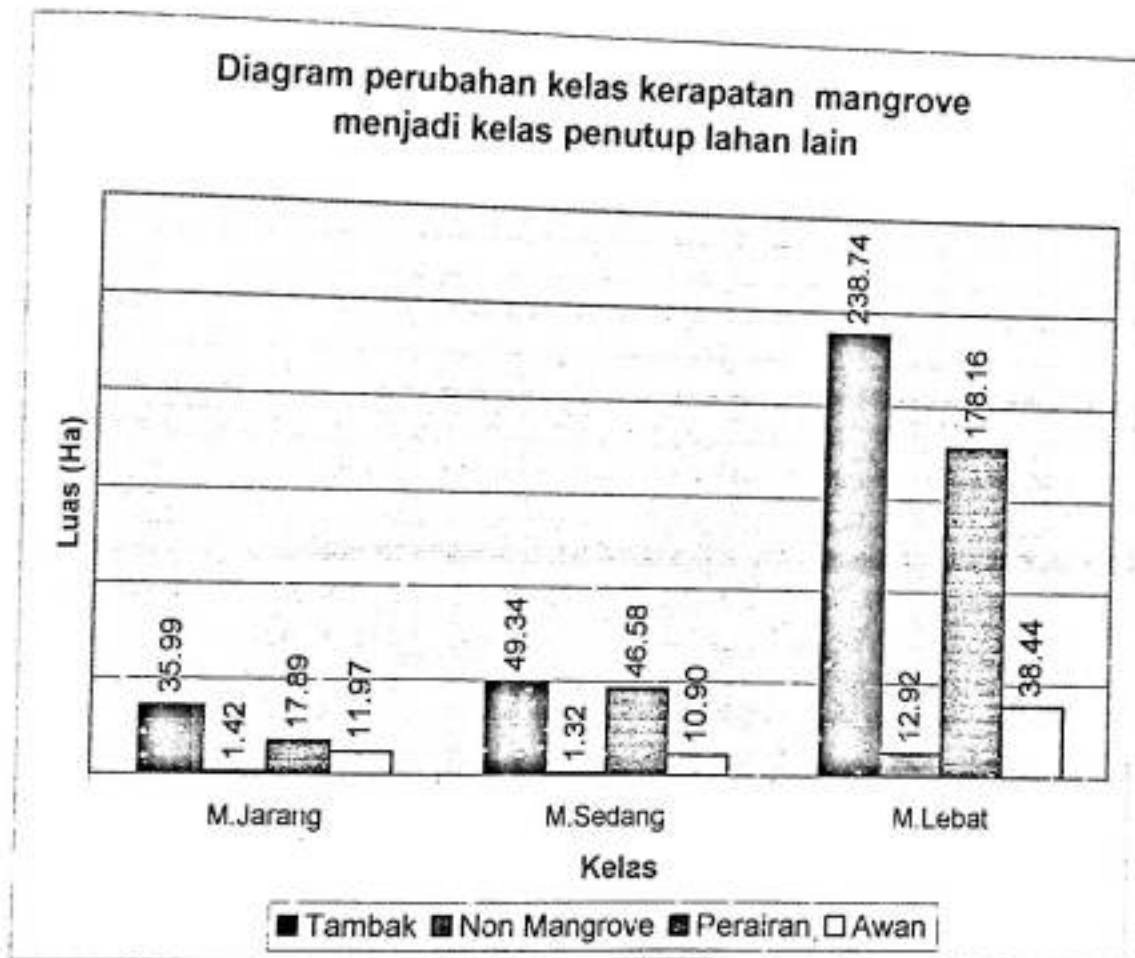
Gambar 19. Perubahan Kelas Penutup Lahan Menjadi Kelas Kerapatan Mangrove

Sedang perubahan kelas kerapatan tajuk mangrove yang menjadi kelas lahan yang lain dapat dilihat pada Gambar 20, dimana perubahan untuk kelas kerapatan mangrove jarang paling luas beralih menjadi tambak yaitu sebesar 35,99 ha. Sedangkan kerapatan jarang yang menjadi kelas perairan sebesar 17,89 ha. Lainnya yaitu menjadi kelas non mangrove sebesar 1,42 ha dan tertutup oleh awan yaitu seluas 11,97 ha.

Untuk kelas kerapatan sedang umumnya mengalami perubahan menjadi kelas tambak sebesar 49,34 ha dan perairan sebesar 46,58 ha. Lainnya menjadi kelas non mangrove dan tertutup oleh awan masing-masing sebesar 1,32 ha dan 0,90 ha.

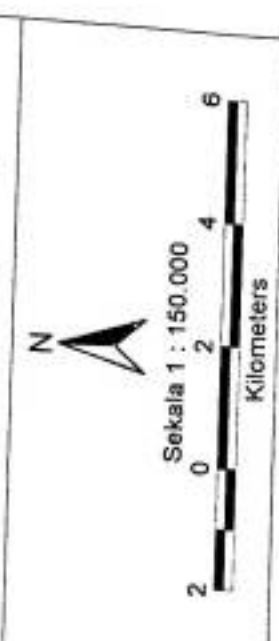
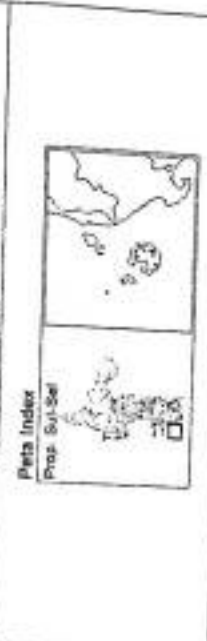
Perubahan kerapatan mangrove paling besar terjadi pada kelas kerapatan lebat dimana sebesar 238,74 ha menjadi kelas tambak. Lainnya, menjadi kelas perairan

sebesar 178,16 ha, menjadi kelas non mangrove sebesar 12,92 ha, dan tertutupi oleh awan sebesar 38,44 ha.



Gambar 20. Perubahan kelas kerapatan mangrove menjadi kelas penutup lahan lain

**PETA PERUBAHAN
KERAPATAN HUTAN MANGROVE
KEPULAUAN TANAKEKE KAB. TAKALAR
TAHUN 1994 - 2001**

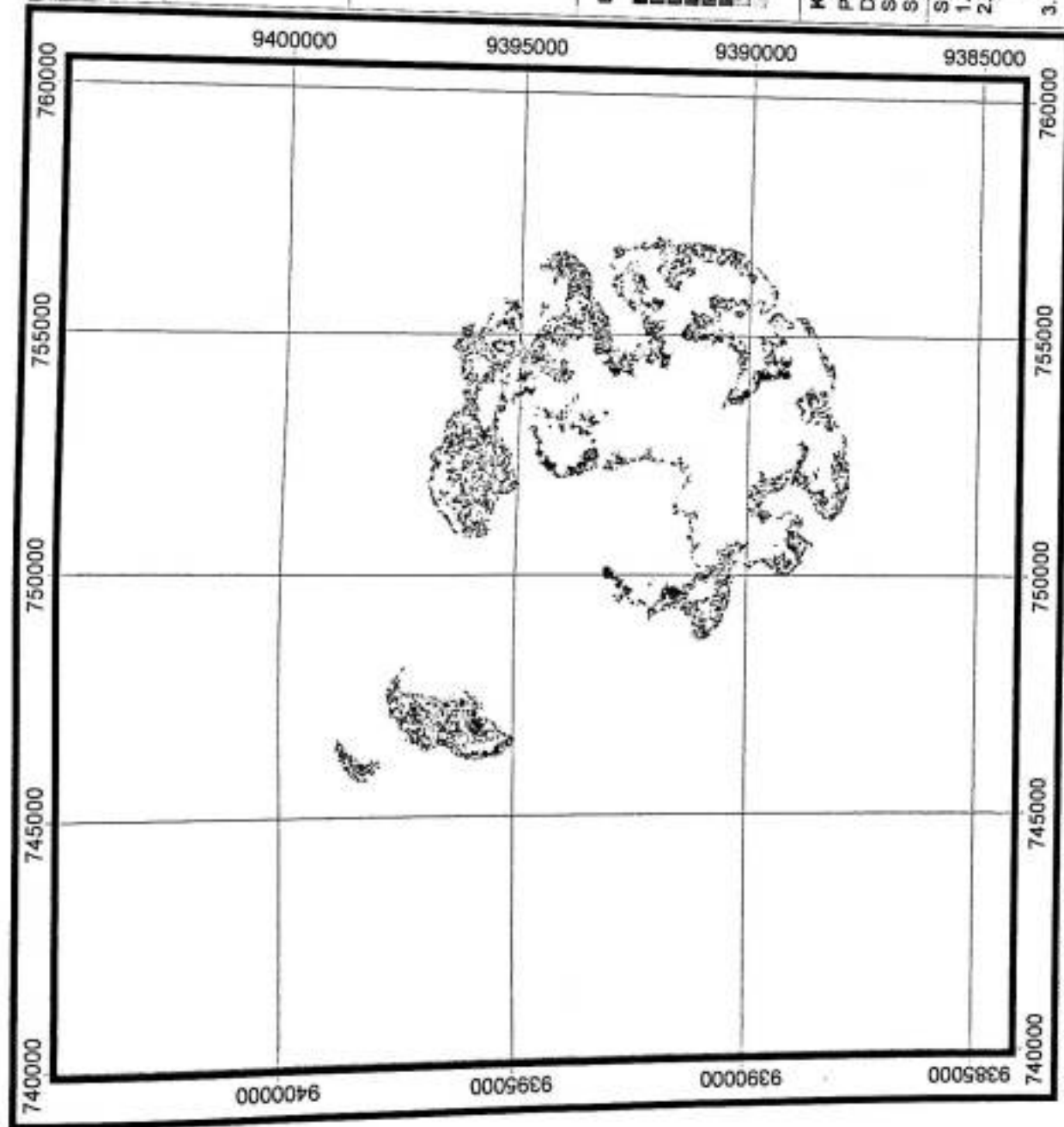


Legenda :

	M. Jering >> M. Lebat		Tambak >> M. Lebat
	M. Jering >> Tambak		Non Mangrove >> M. Jering
	M. Sedang >> M. Jering		Non Mangrove >> M. Sedang
	M. Sedang >> Tambak		Perairan >> M. Jering
	M. Lebat >> M. Jering		Perairan >> M. Sedang
	M. Lebat >> Tambak		Perairan >> M. Lebat
	Tambak >> M. Jering		
	Tambak >> M. Sedang		

Keterangan :
 Proyeksi : Transverse Mercator
 Datum : Datum Indonesia 1974 (ID-1974)
 Sistem Grid : Universal Transverse Mercator
 Satuan Unit Peta : Meter

Sumber Peta :
 1. Citra Landsat TM path/row 114-64 Tahun 2001
 2. Peta Lingkungan Pantai Indonesia (LPI)
 Lembar 2010-02 dan 2010-03 Sekala 1:50.000
 Terbitan Bakosurtanal Tahun 1993
 3. Data Lapangan, tahun 2003



Gambar 4-9. Peta Perubahan Penutup Lahan dan Kerapatan Hutan Mangrove di Kepulauan Tanakeke Tahun 1994 - 2001



Keterbatasan dalam Penelitian

Aplikasi sistem informasi geografis dan penginderaan jauh khususnya penggunaan data Landsat TM dalam berbagai aplikasi pengelolaan wilayah pesisir merupakan pemanfaatan teknologi yang progresif dan prospektif, namun terdapat beberapa keterbatasan dalam penggunaannya terutama dalam penelitian ini, antara lain: (1) keterbatasan cakupan penginderaan data Landsat dimana wilayah cakupan terkecil hanya seluas 30 x 30 meter; (2) keterbatasan dalam melakukan proses klasifikasi citra dimana terdapat gangguan atmosfer berupa tutupan awan pada citra yang mengurangi keakuratan dalam menganalisis perubahan dalam penelitian ini.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Luas hutan mangrove di kepulauan Tanakeke berdasarkan hasil analisis citra Landsat TM dan analisis SIG adalah sebesar 1894,87 ha atau 4,83% dari total tutupan lahan pada tahun 1994 menjadi sebesar 1512,11 ha atau 3,85% pada tahun 2001 atau terjadi penurunan luasan sebesar 386,27 ha selama kurun waktu 7 (tujuh) tahun. Laju penurunan luas mangrove adalah sebesar 20,20 % dengan rata-rata perubahan sebesar 54,68 ha setiap tahunnya.
2. Kondisi kerapatan hutan mangrove masih cukup baik dengan ditunjukkan oleh rasio mangrove lebat terhadap mangrove jarang mempunyai nilai lebih besar daripada 1, yaitu sebesar 3,97 pada tahun 1994 dan 1,31 pada tahun 2001. Tetapi ini mengindikasikan bahwa mangrove di kepulauan Tanakeke telah mengalami kerusakan dan kondisinya mulai kritis.
3. Perubahan tutupan lahan kelas mangrove dominan menjadi kelas tambak sebesar 315,31 ha atau 0,80% terutama pada kelas kerapatan mangrove lebat sebesar 238,74 ha atau sebesar 0,61% dibandingkan kelas penutup lahan lain menjadi kelas mangrove.

Saran

1. Perlunya pemantauan kondisi luasan dan kerapatan hutan mangrove lanjutan menggunakan data citra Landsat-TM tahun terbaru.
2. Perlunya penyadaran masyarakat terhadap pentingnya hutan mangrove melalui penyuluhan-penyuluhan dan mengembangkan sistem budidaya yang ramah lingkungan, misalnya dengan mengembangkan sistem wanamina (*silvofishery*) pola empang parit, pola empang parit yang disempurnakan atau pola komplangan.
3. Perlunya pelatihan-pelatihan tentang mata pencaharian alternatif dengan mengembangkan biota endemik daerah kepulauan Tanakeke, seperti budidaya rumput laut, keramba budidaya Kuda Laut (*Hippocampus sp.*), keramba ikan Baronang (*Siganus sp.*) dan keramba kepiting bakau (*Scylla serrata*).
4. Perlu adanya koordinasi antara tiap instansi baik pemerintah, swasta, lembaga swadaya masyarakat dan masyarakat sendiri dalam memanfaatkan dan mengelola potensi hutan mangrove secara bijaksana dan berkelanjutan sehingga kebijakan pengelolaan tidak tumpang tindih.

DAFTAR PUSTAKA

- Alansar, T., 2003. **Studi Kelayakan Lahan Budidaya Sistem Wanamina (Silvofishery) pada Ekosistem Mangrove Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia Oseanografi di Pulau Bauluang Kabupaten Takalar.** Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Amran, M.A., 1999. **Karakteristik Pantulan Spektral Tumbuhan Mangrove pada Citra Digital Landsat TM: Studi Kasus di Kawasan Hutan Mangrove Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan.** Thesis. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Asriadi, 2003. **Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Wilayah Pesisir Kabupaten Barru Melalui Aplikasi Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis.** Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Bengen, G.Dietrich. 2000. **Pedoman Teknis Pengenalan Ekosistem Mangrove.** Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. IPB, Bogor.
- Butler, M.J. A., Mochot, M. C., Berack, V., and LeBlanc, C. 1988. **The Application of Remote Technology to Marine Fisheries. An Introduction Manual.** FAO. Fisheries Technical Paper.
- Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S.P., Sitepu, M.J. 2001. **Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu.** Pradnya Paramita, Jakarta.
- Departemen Kehutanan Republik Indonesia. 1978. **Surat Keputusan Direktorat Jenderal Kehutanan No 60/Kpts/DJ/I/1978.** Departemen Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta
- Faisal, A. 2001. **Aplikasi Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Penyusunan Tata Ruang Ekosistem Terumbu Karang di Pulau Tanakeke Sulawesi Selatan.** Thesis. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Hakim, D. Muhally, 1996. **Peta dan Peta Digital.** Pusat Komputer PIKSI. ITB. Bandung.
- Imran, Nur. A., 2002. **Sistem Pengelolaan Ekosistem Mangrove Di Wilayah Pesisir Dan Kepulauan.** Makalah. Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup. Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin.

- Istomo, 1992. **Tinjauan Ekologi Hutan Mangrove dan Pemanfaatannya di Indonesia.** Laboratorium Ekologi Hutan, Jurusan MNRT, Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Jaya, S. N. S., 1996. **Aplikasi Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Hutan.** Training Course on Geographical Information System for Sustainable Forest Management. SEAMEO. BIOTROP, 1996. Bogor.
- Kusmana, C. 1996. **Pengelolaan Hutan Mangrove Secara Lestari.** Makalah Pembahas Terhadap Draft *National Strategy For Mangrove Forest Management in Indonesia.* Bogor.
- Kusumawidagdo, M., 1999. **Perkembangan IPTEK Penginderaan Jauh dan Pemanfaatannya di Indonesia.** Materi Pelatihan Penginderaan Jauh dan SIG untuk Mahasiswa/Masyarakat/Pegawai Dinas dalam Pengelolaan SDA dan Lingkungan Hidup. Kedeputian Penginderaan Jauh, LAPAN. Bogor.
- LAPAN. 1999. **Kondisi Hutan Mangrove di Kalimantan Timur, Sumatera, Jawa, Bali dan Maluku.** Majalah LAPAN edisi Penginderaan Jauh. Bogor.
- Lillesand, T. J. M. and Kiefer. R. W. 1979. **Remote Sensing and Image Interpretation.** John Willey and Sons. New York.
- Lugo A. E. M., and S. C. Suedaker, 1973. **Mangrove Ecosystem Analysis.** University of Florida.
- Massom, R., 1990. **Satelite Remote Sensing of Polar Region.** Application Limitation and Data Availability. Belharen Press. London.
- Muiz, Abd., 1999. **Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis dalam Pemetaan Penggunaan Lahan Pulau Tanakeke Kabupaten Takalar.** Skripsi. Universitas Hasanuddin.
- Nontji, A., 1986. **Laut Nusantara.** Djambatan. Jakarta.
- Nurkin, B. 1994. **Hutan Mangrove Rakyat di Sinjai Timur.** Pusat Studi Lingkungan (PSL) Universitas Hasanuddin, Makassar
- Ponto, R., 2000. **Pemantauan Hutan Mangrove Dengan Menggunakan Data Landsat -TM di Kecamatan Sinjai Utara dan Sinjai Timur Kabupaten Sinjai.** Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Prasetia, A. 2003. **Studi Ekologis Hutan Mangrove di Pulau Bauluang Kecamatan Mappakasunggu Kabupaten Takalar.** Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.

Purwadhi, S.,H., F. 2001. **Intrepretasi Citra Digital.** PT. Gramedia. Jakarta.

Rusila Noor, Y., M. Khazali, I N.N. Suryadiputra. 1999. **Panduan Pengenalan Mangrove di Indonesia.** PKA/WI-IP. Bogor.

Sutanto. 1994. **Penginderaan Jauh.** Gajah Mada University Press. Yogyakarta.