

**ANALISA DIGITAL CITRA SATELIT LANDSAT7 ETM+ UNTUK
PEMETAAN KEDALAMAN PERAIRAN DANGKAL
(Studi Kasus : Perairan Bali Barat)**



TUGAS AKHIR

**NAMA : KHARISMA PRAWIDITA
NIM : 02.25.013**

**JURUSAN TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
MALANG
2008**

3008
1974
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN TEKNIK GEODESI

KIM : 0332013
KIM : KEMAHIRAN KEMAHIRAN

INSTRUMEN



(Buku Kerja : KEMAHIRAN KEMAHIRAN)
KEMAHIRAN KEMAHIRAN KEMAHIRAN KEMAHIRAN
KEMAHIRAN KEMAHIRAN KEMAHIRAN KEMAHIRAN

LEMBAR PENGESAHAN I

ANALISA DIGITAL CITRA SATELIT LANDSAT7 ETM+ UNTUK PEMETAAN
KEDALAMAN PERAIRAN DANGKAL
(Studi Kasus Perairan Bali Barat)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Dalam Mencapai Gelar Sarjana S1 Teknik
Geodesi

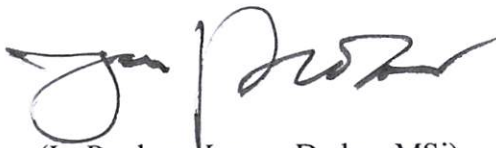
Oleh

Nama : Kharisma Prawidita

Nim : 02.25.013

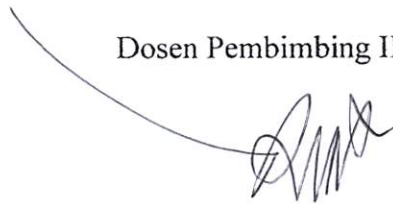
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



(Ir. Pradono Joanes Dedeo, MSi)

Dosen Pembimbing II



(Ir. Rinto Sasongko, MT)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Geodesi



(Hery Purwanto, ST, Msc)

LEMBAR PENGESAHAN II

Dipertahankan di depan panitia penguji Tugas Akhir Jurusan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang,
Dan diterima untuk memenuhi sebagian dari syarat-syarat guna memperoleh gelar Sarjana S1 Teknik Geodesi.

Panitia Ujian Tugas Akhir.


Ketua
(Ir. Agustina Nurul Hidayati. MTP)

Sekretaris

(Hery Purwanto.ST. MSc)

Anggota Penguji

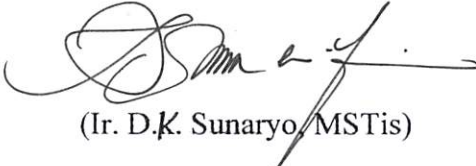
Penguji I

(Ir. Pradono Joanes Dedeo. MSi)

Penguji II

(Ir Agus Darpono, MT)

Penguji III


(Ir. D.K. Sunaryo, MSTis)

KATA PENGANTAR

Om, Ida Shyang Hyang Widi Wasa, Ida Bethara sane Melinggih Meriki, Para Dewa-Dewi, dan Para Leluhur, terima kasih atas segala berkat, bimbingan dan lindungannya sehingga penulisan Tugas Akhir "ANALISA DIGITAL CITRA SATELIT LANDSAT7 ETM+ UNTUK PEMETAAN KEDALAMAN PERAIRAN DANGKAL" dengan mengambil wilayah penelitian di Perairan Bali Barat, Bisa terselesaikan dengan baik.

Tidak lupa saya mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ir. Pradono Joanes Dedeo. Msi selaku dosen pembimbing I yang telah banyak membantu dalam proses penyusunan dan memberi banyak masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
2. Ir. Rinto Sasongko, MT selaku dosen pembimbing II yang telah membantu dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Ir. Jasmani Mkom. Selaku dosen wali angkatan 2002.
4. Para dosen pengajar dan staf jurusan Teknik Geodesi ITN Malang
5. Kedua orang tua ku yang kuperas dan ku bohongi selama 6 tahun untuk membiayai kuliah dan hidupku di Malang.
6. Buat Istri dan anakku yang selalu menemaniku. Buat Anakku tersayang Radit sekarang PAPAmu sudah LULUS.
7. Semua teman-temanku dan adik-adik, baik yang membantu dan tidak membantu.

Laporan ini tentunya masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu sebagai penyusun sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun sifatnya sebagai masukan dalam periode penyusunan laporan berikutnya.

Malang, Maret 2008

Penyusun

D A F T A R I S I

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Batasan masalah	3
1.5 Tinjauan Pustaka	3
1.6 Metodologi Penelitian	6
 BAB II DASAR TEORI	
II.1. Tenaga Untuk Penginderaan Jauh	8
II.1.1. Tenaga Elektromagnetik	8
II.1.2. Spektrum Elektromagnetik	9
II.2. Sistem Penginderaan Jauh	10
II.2.1. Atmosfer	10
II.2.2. Interaksi Antara Tenaga Dan Obyek	11
II.2.2.1. Interaksi Tenaga Elektromagnetik Dengan Atmosfer...	11
II.2.2.2. Interaksi Tenaga Elektromagnetik Dengan Tubuh Air ..	12
II.2.3. Sensor	13
II.3 Citra Satelit Landsat TM7 ETM+	14
II.4. Pengolahan Citra Satelit	16
II.4.1 Citra Komposit	17
II.4.2. Penajaman Citra	18

II.4.3. Koreksi Citra	20
II.5 Analisa Digital Penentuan Zona Kedalaman Perairan Dangkal	25
II.5.1 Penentuan Zona Kedalaman Penetrasi (DOP)	30
II.5.2. Sifat – Sifat Air Laut	34
II.5.3. Pasang surut (Chard Datum).....	34
II.5.4. Peta Bathimetri	36

BAB III PELAKSANAAN PENELITIAN

III.1 Waktu dan Tempat Penelitian	37
III.2. Bahan dan Materi Penelitian	37
III.3. Metode Penelitian	38
III.4. Pengolahan Citra Landsat	42
III.4.1. Menampilkan Data Raster Citra Satelit Landsat7 ETM+	43
III.4.2. Membuat Citra Komposit 421 & 542	43
III.4.3. Penajaman Kontras Citra (Transformasi)	44
III.4.4. Proses Digitasi Peta Topografi	46
III.4.5. Import Data Vektor	48
III.4.6. Menampilkan Data Vektor	48
III.4.7. Koreksi Geometrik	49
III.4.8. Koreksi Radiometrik	51
III.4.9. Pemotongan Citra (Cropping Citra)	52
III.5. Penentuan Zona Kedalaman DOP	54
III.5.1. Menghitung Nilai Refleksi Tiap Band	54
III.5.1. Menentukan Batasan Tiap Zona DOP	56
III.6. Interpolasi Kedalaman	58
III.6.1 Penyesuaian Datum Vertikal	59
III.6.2 Proses Filtering	60
III.6.3. Proses Digitasi.	62
III.7. Uji ketelitian	63
III.8. Pembuatan Kelas Kedalaman	64

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1	Analisa Pengolahan Data Digital	66
IV.2	Analisa Koreksi Radiometrik	66
IV.3.	Analisa Koreksi Geometrik Citra	67
IV.4	Analisa Pembuatan Zona DOP	74
IV.5	Analisa Uji Ketelitian	78

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

V.1	Kesimpulan	79
V.2	Saran	80

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Table 2.1. Karakter produk Landsat.....	16
Tabel 2.2. Tabel saluran spektral landsat 7 ETM+.....	16
Tabel 2.3 Tabel spektral Radiance range.....	23
Tabel 2.4. Tabel ETM+ solar irradiances.....	23
Tabel 2.5. Kedalaman Maksimum Penetrasi.....	33
Tabel 3.1. Koordinat Titi-titik Sekutu.....	46
Tabel 3.2. Daftar Koordinat Titik-Titik Sekutu.....	50
Tabel 3.5. Koordinat Titik Batas Lokasi Penelitian.....	53
Tabel 3.6. Hasil Perhitungan nilai maksimum,minimum tiap band landsat.....	55
Tabel 3.7. Tabel prediksi pasang-surut	59
Tabel 3.8. Batas penetrasi kedalaman maksimum tiap band.....	60
Tabel.3.9. Koordinat Titik-titik survei lapangan.....	64
Tabel 4.1. Titik sekutu koreksi geometri.....	68
Tabel 4.2. kemampuan band landsat menembus air.....	69
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan nilai maksimum,minimum tiap band landsat.....	69
Tabel.4.4. Perhitungan kedalaman maksimal untuk band 2.....	73
Tabel 4.5. Batas penetrasi kedalaman maksimum tiap band.....	73
Tabel 4.6. Perbedaan Hasil Interpretasi dengan Hasil Verifikasi Lapangan.....	75
Tabel 4.7. Matriks Uji Ketelitian.....	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen Penginderaan Jauh.....	10
Gambar 2.2. Interaksi antara tenaga elektromagnetik dengan atmosfer.....	12
Gambar 2.3. Nilai serapan air laut terhadap radiasi elektromagnetik.....	13
Gambar 2.4. Memperlihatkan Perjalanan Gelombang Elektromagnet Ke Sensor Satelit.....	21
Gambar 2.4. Penetrasi Band dalam Kolom Air (jupp, 1988 dalam Edwards, 2000)...	33
Gambar 3.1 Citra Landsat7 ETM + RGB 321.....	43
Gambar 3.2. Tampilan Citra Komposit.....	44
Gambar 3.3. Tampilan untuk mengontraskan.....	45
Gambar 3.4. Cara Mendrag.....	45
Gambar 3.5. Peta RBI hasil digitasi yang belum bergeoreferensi.....	47
Gambar 3.6. Peta RBI hasil digitasi yang sudah bergeoreferensi.....	47
Gambar 3.7. Tampilan Data Vektor Jalan dan Sungai	48
Gambar 3.8. Proses penentuan GCP pada citra dan peta.....	50
Gambar 3.9. Citra landsat 7 ETM hasil koreksi Radiometric.....	52
Gambar 3.10. Citra landsat 7 ETM hasil pemotongan	53
Gambar 3.11. Hasil Perhitungan Statistik dalam Excel.....	55
Gambar 3.12. kemampuan penetrasi tiap band.....	56
Gambar 3.13. Zona- zona kedalaman dari masing-masing band.....	58
Gambar 3.14. hasil penggabungan 4 zona kedalaman.....	58
Gambar 3.15. Hasil Perhitungan dengan microsoft excel.....	60
Gambar 3.16. Tampilan Filter.....	61
Gambar 3.17. Tampilan Filter standard threshold 3x3.....	61
Gambar 3.18. Hasil Filter standard threshold 3x3.....	62
Gambar 3.19. Proses digitasi Batas penetrasi kedalaman tiap band.....	62
Gambar 3.20. Hasil digitasi Batas penetrasi kedalaman tiap Zona.....	63
Gambar 3.21. Hasil tumpang susun titik survey lapangan.....	64

Gambar 3.22. kedalaman perairan dangkal.....	65
Gambar 4.1. Daerah DOP.....	70
Gambar 4.2. perbandingan antara zona kedalaman data landsat dengan kenampakan citra landsat RGB 542.....	72
Gambar 4.3. perbandingan antara kontur kedalaman data landsat dengan kenampakan citra landsat RGB 321.....	74
Gambar 4.4. Posisi titik Verifikasi Lapangan pada zona kedalaman.....	76

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi penginderaan jauh menggunakan satelit memberikan informasi spasial gambaran permukaan bumi secara cepat dengan resolusi spektral dan temporal yang tinggi, serta merupakan suatu alternatif perolehan data yang cepat dan menimbang aspek pembiayaan yang relatif murah untuk mendapatkan data-data spasial dipermukaan bumi yang disajikan dalam bentuk peta yang memiliki daerah cakupan yang cukup luas

Beberapa satelit penginderaan jauh mempunyai sensor khusus yang dapat digunakan untuk mengamati dan meneliti kondisi perairan seperti; warna laut (*ocean color*), pemetaan terumbu karang, sebaran sedimentasi, dan lain-lainya. Salah satu satelit yang mempunyai kemampuan untuk mengamati kondisi perairan adalah satelit Landsat (*land satellite*). Yang menggunakan sensor optik untuk mendeteksi berbagai macam panjang gelombang elektromagnetik mulai dari panjang gelombang cahaya tampak (*visible*). Inframerah (dekat dan menengah). Dan thermal. Beberapa penelitian telah dilakukan berkaitan dengan pengamatan wilayah perairan dangkal menggunakan satelit Landsat

Perairan dangkal memiliki keanekaragaman sumberdaya hayati yang sangat tinggi, baik yang bernilai ekonomi maupun tidak. Untuk melakukan kegiatan inventarisasi dan memanfaatkan sumberdaya pada perairan dangkal ini diperlukan

Pemetaan pada perairan dangkal sulit dilakukan. Kapal-kapal yang membawa alat pemetaan bathimetrik seperti perlengkapan akustik (echosounder, sonar dan lain sebagainya) tidak dapat masuk dan bergerak dengan leluasa untuk melakukan pemetaan karena bahaya dangkal dan kondisi substrat perairan yang tidak beraturan, disamping itu perairan dangkal yang ada di perairan indonesia sangat luas sehingga pemetaan dengan menggunakan metode yang konvensional memerlukan waktu yang lama dan biaya yang besar.

Teknologi penginderaan jauh (*Remote Sensing*) banyak digunakan untuk penelitian wilayah pesisir termasuk pemetaan bathimetrik perairan dangkal. Teknologi ini dipandang sebagai cara yang efektif dan efisien terutama di daerah yang sama sekali belum ada data dan sulit dijangkau atau memiliki perubahan secara cepat. Teknologi ini terbatas pada tingkat kemampuan cahaya menembus perairan yang berkisar antara kedalaman 1 – 25 meter, metode ini hanya dapat berlaku pada perairan yang jernih, dengan dasar perairan berupa pasir yang putih, serta keadaan dasar perairan yang relatif landai tidak terlalu curam yang memungkinkan penelitian ini dilaksanakan. Meskipun demikian banyak penelitian di wilayah pesisir seperti perikanan pantai, erosi pantai, kualitas perairan, tempat rekreasi dan kegiatan laut lainnya dilakukan di perairan dangkal. Keuntungan dari teknologi ini adalah bahwa peta perairan dangkal dapat direvisi dengan mudah dan cepat setiap saat.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

Mengkaji pemanfaatan citra satelit landsat7 ETM+ tahun 2003 dengan metode penginderaan jauh untuk pembuatan peta kedalaman perairan dangkal, sebagai sumber data dan informasi awal dalam pemetaan bathimetri dan kegiatan-kegiatan di bidang kelautan di perairan dangkal.

1.3. Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukan penelitian ini adalah sebagai pendefinisi awal tentang kedalaman perairan untuk tambahan informasi awal kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan kelautan di perairan dangkal.

1.4. Batasan Masalah

Analisa digital Citra satelit landsat7 ETM+, path / row 117 / 66, tanggal perekaman 2003-10-20, 10:15:15 perairan Bali barat . Dengan menggunakan metode kolom air (*depth of penetration zones*, DOP). Dan di proses menggunakan perangkat lunak ER Mapper 7.0, Autocad 2006, dan Arcview 3.3 untuk pembuatan peta kedalaman perairan dangkal.

1.5. Tinjauan Pustaka

Pemetaan bathimetri meliputi pekerjaan pengumpulan data kedalaman perairan melalui metode penginderaan atau rekaman dari permukaan suatu dasar perairan, (*Tambayong, 1985*).

Beberapa satelit penginderaan jauh mempunyai sensor khusus yang dapat digunakan untuk melakukan mengamati kondisi perairan seperti ; warna laut (*ocean*

color), pemetaan terumbu karang, sebaran sedimentasi, dan lain-lainya. Salah satu jenis satelit yang mempunyai kemampuan untuk mengamati kondisi perairan adalah satelit landsat (*land satellite*). Yang menggunakan sensor optik untuk mendeteksi berbagai macam panjang gelombang elektromagnetik mulai dari panjang gelombang cahaya tampak (*visible*). Inframerah (dekat dan menengah). Dan thermal. Beberapa penelitian telah dilakukan berkaitan dengan pengamatan wilayah perairan menggunakan satelit landsat (*Bambang Trisakti, 2004*)

Dalam penentuan zona-zona kedalaman kualitas air laut sangat berperan penting. Absorpsi air terhadap sinar matahari sangat selektif. Cahaya matahari terdiri dari bermacam- macam cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda-beda. Kebanyakan macam cahaya yang menembus air laut sudah kehilangan sebagian besar intensitas pada meter pertama, kira-kira 62% pada air laut jernih. Pada air laut keruh di tepi pantai angkanya lebih besar lagi. Sinar inframerah dan ultra ungu sangat sulit menembus air laut, beberapa meter saja sudah kehilangan intensitas. Sinar-sinar yang kelihatan mudah menembus air laut adalah sinar yang mempunyai fungsi dalam fotosintesa, yaitu sinar berwarna hijau kebiru- biruan (*Ruslan Prawiro, 1988*).

Kekeruhan air juga menghambat sinar secara selektif. Makin keruh air makin besar hambatannya, dan sinar-sinar dengan panjang gelombang pendek yaitu yang mendekati ultra-ungu makin banyak dihambat. Secara umum dapat dikatakan bahwa sinar biru paling besar daya tembusnya dalam air laut jernih, dan sinar hijau atau kuning dalam air keruh.

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah atau fenomena melalui data yang diperoleh dengan suatu alat

tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah atau fenomena yang dikaji. (*Lillesand/Kieffer, 1990*).

Pada berbagai hal, penginderaan jauh dapat diartikan sebagai suatu proses membaca. Dengan menggunakan berbagai sensor, data yang dikumpulkan dari jarak jauh dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang obyek, daerah atau fenomena yang diteliti. Suatu sensor memperoleh data tentang kenampakan dipermukaan bumi melalui energi elektromagnetik yang dipancarkan dan dipantulkan oleh suatu obyek dipermukaan bumi. Data tersebut dianalisis untuk menghasilkan informasi tentang sumberdaya yang diteliti (*Lillesand/Kieffer, 1990*).

Konsep dasar penggunaan penginderaan jauh untuk Pembuatan Zona-zona kedalaman air adalah gelombang elektromagnetik atau cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda akan menembus air dengan kedalaman yang berbeda pula. Ketika gelombang elektromagnetik menembus air akan dibelokan karena interaksi dengan kolom air. (Edwards, 1999).

Gelombang spektrum sinar merah terserap dengan cepat dalam air dan tidak dapat menembus lebih dari 5 meter, sedangkan sinar biru menembus lebih dalam ; dalam kondisi air yang jernih dan dasar air dapat memantulkan cukup cahaya untuk dapat dideteksi oleh sensor satelit. Penetrasi kedalaman juga tergantung pada kekeruhan air, partikel sedimen, phytoplankton, dan senyawa organik yang terlarut, yang akan menyerap dan membelokan sinar, sehingga akan meningkatkan attenuasi.

Dalam penghitungan daerah penitrasi ini, didasarkan pada asumsi bahwa pada masing-masing band mempunyai perbedaan kekuatan dalam menembus air. Dalam hal ini band 1 (biru) lebih kuat dalam menembus air, dibandingkan dengan band 2

(hijau). Hal ini disebabkan band 2 mempunyai panjang gelombang yang lebih panjang dari band 1, sehingga koefisien attenuasi (penipisan) band 2 lebih besar dari band 1. (*jupp, 1988 dalam Edwards, 2000*).

1.6. Metodologi Penelitian.

Metodologi yang digunakan dalam menyusun tugas akhir ini adalah :

1. Studi Pustaka

Studi pustaka ini dilakukan untuk mencari dasar teori yang berupa pendapat para ahli yang diambil dari buku ilmu pengetahuan, publikasi, serta artikel-artikel di internet, yang berhubungan dengan masalah dalam penelitian ini.

2. Studi Lapangan.

Adalah proses pengambilan data-data lapangan yang diperlukan dalam penelitian. Dalam penelitian ini diperlukan pengambilan data kedalaman yang sebenarnya dilapangan, untuk di jadikan data acuan dalam pengolahan data dan menguji seberapa besar ketelitian yang di dapat dari hasil penginderaan jauh.

3. Studi Laboratorium

Adalah proses pengolahan data-data , baik data citra maupun data penunjang lainnya dalam menentukan zona-zona penetrasi kedalaman (*depth of penetration zones*, DOP). Dan menginterpolasi kedalaman dalam daerah DOP.1

BAB II

DASAR TEORI

Penginderaan Jauh yang biasa disebut inderaja ataupun Remote Sensing adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu obyek, daerah, atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung terhadap obyek, daerah atau gejala yang dikaji (*Lillesand and Kiefer, 1979*). Alat yang dimaksudkan didalam pengertian ini adalah alat pengindra atau sensor. Selain itu, Penginderaan Jauh juga diartikan sebagai teknik yang dikembangkan untuk perolehan dan analisis informasi tentang bumi. Sebagai teknik, yaitu teknik untuk memperoleh dan analisis informasi tentang permukaan bumi. Informasi tersebut khusus berbentuk Radiasi Elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari bumi. Penginderaan jauh di dalam lingkup luas berarti setiap metodologi yang digunakan untuk mempelajari karakteristik obyek dari jarak jauh.

Tujuan utama penginderaan jauh ialah mengumpulkan data sumber daya alam dan lingkungan. Informasi tentang objek disampaikan ke pengamat melalui energi elektromagnetik. Yang merupakan pembawa informasi dan sebagai penghubung komunikasi. Oleh karena itu kita dapat menganggap bahwa data penginderaan jauh pada dasarnya merupakan informasi intensitas panjang gelombang yang perlu diberikan kodenya sebelum informasi tersebut dapat dipahami secara penuh. Proses pengkodean ini setara dengan interpretasi citra penginderaan jauh.

II.1. Tenaga Untuk Penginderaan Jauh

Pengumpulan data dalam penginderaan jauh dilakukan dari jarak jauh dengan menggunakan sensor buatan. Dengan melakukan analisis terhadap data yang terkumpul ini dapat diperoleh informasi tentang obyek, daerah atau gejala yang dikaji. Karena pengindraannya dilakukan dari jarak jauh, diperlukan tenaga penghubung tenaga yang membawa data tentang obyek ke sensor. Data tersebut dapat dikumpulkan dan direkam dengan tiga cara, yakni dengan mendasarkan atas variasi:

(1) distribusi daya (force), (2) distribusi gelombang bunyi, dan (3) distribusi tenaga elektromagnetik. Obyek, gejala atau daerah dipermukaan bumi dapat dikenali pada hasil hasil rekamannya karena masing-masing mempunyai karakteritik tersendiri dalam interaksinya terhadap daya, gelombang bunyi, atau tenaga elektromagnetik. Sebagai contoh, sensor yang berupa 'gravieter' dapat mengumpulkan data yang berupa daya tarik bumi, sedang magnetometer mengumpulkan data yang berupa variasi daya magnetic. 'Sonar' mengumpulkan data tentang distribusi gelombang bunyi dalam air, mikrofon dan telinga manusia menangkap gelombang bunyi di udara, sedang kamera mengumpulkan data tentang variasi distribusi tenaga elektromagnetik yang berupa sinar (*Suits, 1983; Lillesand dan Kiefer, 1979*)

II.1.1. Tenaga Elektro Magnetik

Tenaga elektromagnetik adalah paket elektrisitas dan magnetisme yang bergerak dengan kecepatan sinar pada frekuensi dan panjang gelombang tertentu, dengan sejumlah tenaga tertentu. Dalam penginderaan jauh digunakan tenaga elektromagnetik. Matahari merupakan sumber tenaga elektromagnetik ini. Disamping matahari ada juga sumber tenaga yang lain, baik sumber tenaga alamiah maupun sumber tenaga buatan.

Sumber tenaga alamiah digunakan dalam penginderaan jauh sistem pasif, sedang sumber tenaga buatan digunakan dalam penginderaan jauh sistem aktif.

Tenaga elektromagnetik tidak tampak oleh mata. Ia hanya tampak apabila berinteraksi dengan benda. Sinar hanya tampak bila mengenai debu, uap air atau benda lain di atmosfer maupun di permukaan bumi. Tenaga elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari berlangsung dengan cara radiasi berlangsung dengan kecepatan tetap dan dengan pola gelombang yang harmonik. Selain dengan cara radiasi, gelombang elektromagnetik juga juga berlangsung dengan cara konveksi. Tenaga elektromagnetik dapat dibedakan berdasarkan panjang gelombang maupun berdasarkan frekuansinya. Perbedaan yang paling umum untuk tenaga elektromagnetik dalam penginderaan jauh adalah panjang gelombang (λ).

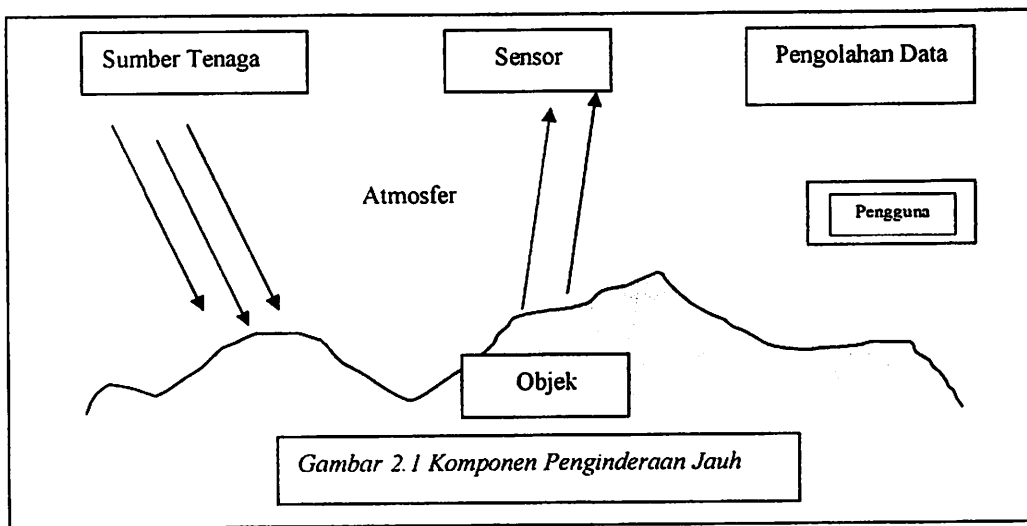
II.1.2 Spektrum Elektromagnetik

Tenaga elektromagnetik terdiri dari berkas atau spektrum yang sangat luas, yakni meliputi spektra kosmik, Gamma, X, ultraviolet, tampak, inframerah, gelombang mikro (*microwave*), dan radio. Untuk selanjutnya maka istilah spektrum digunakan untuk menunjukkan bagian tertentu spektrum elektromagnetik seperti spektrum tampak, spektru inframerah, dan spektrum ultraviolet. Saluran atau pita (*channel*, *band*) digunakan untuk bagian yang lebih kecil, misalnya saluran biru, saluran hijau, dan saluran merah pada spektrum tampak. Meskipun demikian istilah saluran kadang-kadang juga untuk lebih dari satu spektrum guna menunjukkan karakteristik tertentu dalam sistem penginderaan jauh.

II.2. Sistem Penginderaan Jauh

Sistem adalah serangkaian objek atau komponen yang saling berkaitan dan bekerjasama secara terkoordinasi untuk melaksanakan tujuan tertentu. System penginderaan jauh adalah serangkaian komponen yang digunakan untuk penginderaan jauh. Rangkaian komponen itu berupa tenaga, obyek, sensor, data dan pengguna data. Karena tidak semua data yang berasal dari matahari dapat mencapai bumi, interaksi antara tenaga dan obyek, karena hasil interaksinya menentukan besarnya tenaga yang dapat mencapai sensor. Apabila salah satu komponennya berubah maka seluruh sistem penginderaan jauhnya juga berubah.

Dalam hal ini penginderaan jauh beserta komponen-komponennya disajikan dengan gambar :



II.2.1. Atmosfer

Atmosfer membatasi bagian spektrum elektromagnetik yang dapat digunakan dalam penginderaan jauh. Pengaruh atmosfer merupakan fungsi panjang gelombang. Pengaruhnya bersifat selektif terhadap panjang gelombang. Karena pengaruh yang selektif inilah maka timbul istilah jendela atmosfer yaitu bagian spektrum

elektromagnetik yang dapat mencapai bumi. Dalam jendela atmosfer ada hambatan atmosfer, yaitu kendala yang disebabkan oleh hamburan pada spektrum tampak dan serapan yang terjadi pada spektrum inframerah termal.

II.2.2. Interaksi antara Tenaga dan Obyek

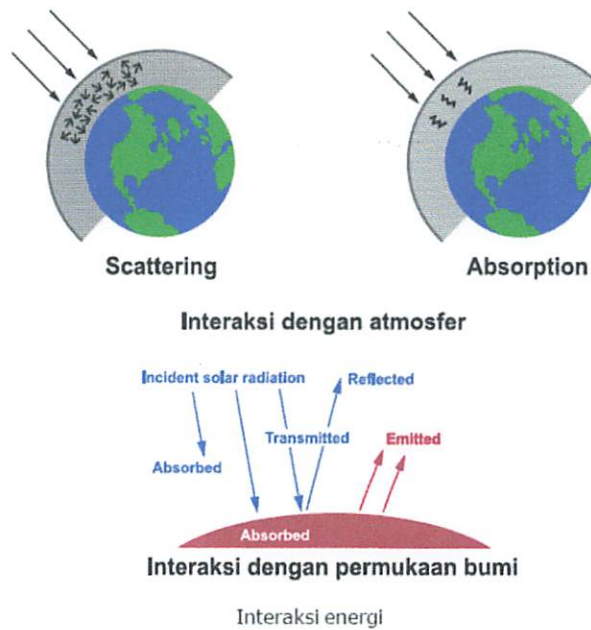
Tiap obyek memiliki karakteristik tertentu dalam memantulkan atau memancarkan tenaga ke sensor. Pengenalan obyek pada dasarnya dilakukan dengan menyidik karakteristik spektral obyek yang tergambar pada citra. Obyek yang banyak memantulkan / memancarkan tenaga akan tampak cerah pada citra, sedang obyek yang pantulannya sedikit akan tampak gelap. Meskipun demikian, pada kenyataannya tidak sesederhana ini. Ada obyek yang berlainan tetapi mempunyai karakteristik spektral yang sama atau serupa sehingga menyulitkan pembedaannya atau pengenalannya pada citra. Hal ini dapat diatasi dengan menyidik karakteristik lain selain karakteristik spektral, seperti misalnya bentuk, ukuran dan pola.

II.2.2.1. Interaksi Tenaga Elektromagnetik Dengan Atmosfer

Nilai radiometri dari data penginderaan jauh tergantung pada pancaran dari obyek di permukaan bumi. Pada kenyataannya nilai radiometri tersebut juga dipengaruhi oleh efek-efek lain yang terjadi di atmosfer.

Gelombang elektromagnetik yang dihasilkan matahari dipancarkan (*radiated*) dan masuk ke dalam atmosfer bumi. Interaksi antara radiasi dengan partikel atmosfer bias berupa penyerapan (*absorption*), pemencaran (*scattering*) atau pemantulan kembali (*reflectance*). Sebagian besar radiasi dengan energi tinggi diserap oleh atmosfer dan

tidak pernah mencapai permukaan bumi, karena sebagian dari tenaga elektromagnetik itu mengalami hambatan oleh atmosfer.

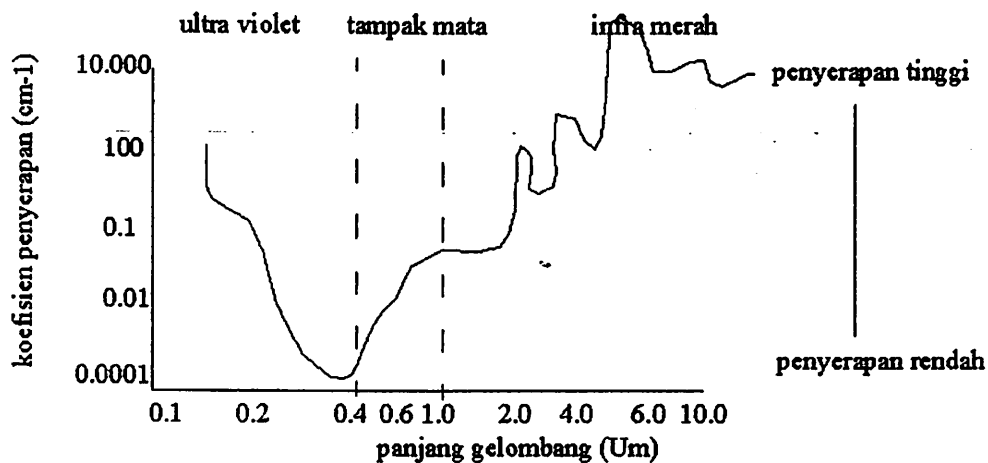


Gambar 2.2. Interaksi antara tenaga elektromagnetik dengan atmosfer

II.2.2.2. Interaksi Tenaga Elektromagnetik Dengan Tubuh Air

Pada saat sinar matahari berinteraksi dengan air, sebagian dari sinar tersebut akan dihamburkan dan di pantulkan kembali oleh material yang terlarut dalam tubuh air dan sebagian lagi akan menembus ke dalam air.

Daya tembus sinar ke dalam air sangat tergantung dari daya serap air terhadap sinar yang mengenainya. Semakin besar daya serapnya, semakin kecil kemungkinan sinar untuk menembus air tersebut. Dua nilai ini akan berbeda pada panjang gelombang yang berbeda. (gambar 2.3.).



Gambar 2.3. Nilai serapan air laut terhadap radiasi elektromagnetik

Pada gambar tersebut tampak jelas perbedaan daya serap air terhadap saluran ultra-violet dekat, spektrum tampak dan saluran infra-merah dekat. Daya serap ini terkecil terletak pada panjang gelombang 0.4 μm hingga 0.6 μm . Oleh karena itu sinar pada panjang gelombang tersebut adalah yang terbaik di gunakan dalam penginderaan perairan dangkal (Curran, 1985 dalam Sutanto, 1987).

II.2.3. Sensor

Tenaga yang datang dari permukaan bumi diterima dan direkam oleh sensor. Tiap sensor mempunyai kepekaan tersendiri terhadap bagian spektrum elektromagnetik. Disamping itu juga kepekaannya berbeda dalam merekam obyek terkecil yang masih dapat dikenali dan dibedakan terhadap obyek lain atau terhadap lingkungan sekitarnya. Kemampuan sensor menyajikan gambaran obyek terkecil ini disebut resolusi spasial.

Resolusi spasial ini merupakan petunjuk bagi kualitas sensor. Semakin kecil obyek yang dapat direkam olehnya, semakin baik kualitas sensornya.

Berdasarkan atas proses perekamannya, sensor dibedakan atas sensor fotografik dan sensor elektronik. Pada sensor fotografik proses perekamannya berlangsung secara kimiawi. Tenaga elektromagnetik diterima dan direkam pada lapisan emulsi film yang bila diproses akan menghasilkan foto. Sedangkan sensor elektronik menggunakan tenaga elektrik dalam bentuk sinyal elektrik. Alat penerima dan perekamnya berupa pita magnetik atau detektor lainnya, bukan film. Sinyal elektrik ini kemudian dapat diproses menjadi data visual maupun menjadi data digital yang siap dikomputerkan. Kepekaan sensor tidak sama, sensor fotografik hanya peka terhadap spektrum tampak dan perluasannya, yaitu spektrum ultra violet dekat dan spektrum inframerah dekat. Sensor elektronik lebih besar kepekaannya, yakni meliputi spektrum tampak dan perluasannya, spektrum inframerah termal, dan spektrum gelombang mikro.

II.3. Citra Satelit Landsat7 ETM+

Landsat merupakan suatu hasil program sumberdaya bumi yang dikembangkan oleh NASA (*the National Aeronautical and Administration*).Amerika Serikat pada awal tahun 1970. Landsat diluncurkan pada tanggal 22 Juli 1972 sebagai ERTS-1 (*Earth Resources Tecnology Satellite*) yang kemudian diganti namanya menjadi Landsat – 1. sejak itu, tiga landsat berikutnya telah diluncurkan dengan berhasil. Tipe landsat yang pertama yang memiliki karakteristik orbit dan sistem pencitraan serupa dapat dipandang sebagai satelit sumberdaya generasi pertama bagi seri tersebut. Landsat 4 yang diluncurkan dengan berhasil pada tanggal 16 Juli 1982 mengawali generasi baru satelit sumber daya dengan resolusi tinggi, yang menampilkan suatu perbaikan

dibanding dengan generasi model sebelumnya. Orbit seri landsat seluruhnya sinkron matahari.

Sistem pencitraan pada landsat 1,2, dan 3 adalah kamera return beam vidicon (RBV) dan multispectral scanner (MSS), RBV pada Landsat 1 dan 2 merupakan sistem kamera tiga televisi tipe elektro optic dengan panjang fokus 126 mm yang merekam pantulan medan pada tiga saluran panjang gelombang tampak. Apabila dikombinasikan bersama – sama ketiga saluran tersebut menghasilkan paduan warna semu (false colour composite). Sistem ini memiliki luas citra yang dapat digunakan sebesar 25 X 25 mm pada permukaan tabung yang mengandung 81 titik reseau dan 4 tanda vidusial. Sistem ini mampu menghasilkan gambar dengan resolusi tinggi yang terdiri dari 4.125 garis penyiam dan 4.500 elmen gambar (poxel) per garis penyiaman, yang setara dengan resolusi medan 80 m. Tiga kamera dapat mencitra areal 185 X 185 Km setiap 25 detik. Pada landsat 3, sistem RBV hanya terdiri dari dua kamera dengan dua panjang fokus, didalam sistem optik, yang merekam hanya pada saluran spektral tunggal, yaitu 0.505 – 0.750 μm (pankromatik),. Hal ini menyebabkan pengurangan peliputan areal samapai mencapai seperempat areal yang terliput oleh kamera RBV tunggal yang digunakan pada Landsat 1 dan 2, namun memperbaiki resolusi spasial menjadi 40 m. Hal penting yang perlu diperhatikan ialah bahwa sistem RBV menggunakan penutup (*shutter*), dan menghasilkan satu kerangka citra pada satu saat. Oleh karena itu maka distorsi geometrik citranya rendah disebabkan oleh perubahan sikap wahana sensor.

Satelit Landsat 7 ETM+ merupakan generasi terbaru dari satelit landsat yang memiliki resolusi temporal 16 hari, resolusi spektral 8 (delapan) banda, resolusi spasial 30 m X 30 m, mempunyai saluran pankromatik yang mempunyai resolusi spasial 15 m X 15 m serta resolusi radiometrik 8 (delapan) bit.

Produk keluaran satelit Landsat 7 dibagi menjadi 3 level produk yaitu:

Level	Karakteristik
0R	Level ini dapat dikatakan sebagai data mentahnya Landsat 7, dimana dalam data Landsat belum mengalami koreksi radiometerik dan geomterik
1R	Produk pada level ini adalah level 0-R yang telah mengalami koreksi radiometri.
1G	Produk pada level ini adalah level 1-R yang telah mengalami koreksi geometri pada proyeksi tertentu. Terdapat 7 pilihan proyeksi yang bisa digunakan yaitu: • Universal Transverse Mercator • Lambert Conformal Conic • Polyconic • Transverse Mercator • Polar Stereografik. • Hotine Oblique Mercator A • Space Oblique Mercator

Table 2.1 : karakter produk Landsat

Berikut ini disajikan tabel saluran spektral yang terdapat pada landsat 7 ETM.

Band	Band Width	Spatial Resolution	Kegunaan Utama
Band 1	0.450 - 0.515 μ m (blue)	30m x 30m	Peningkatan penetrasian kedalaman tubuh air dan mendukung analisis sifat khas penggunaan lahan, tanah dan vegetasi
Band 2	0.525 - 0.605 μ m (green)	30m x 30m	Mengindra puncak vegetasi pada spektrum hijau
Band 3	0.630 - 0.6905 μ m (red)	30m x 30m	Penajaman kontras anatara kelas vegetasi
Band 4	0.775 - 0.9005 μ m (near infrared)	30m x 30m	Dipilah agar tanggapan terhadap sejumlah vegetasi yang terdapat pada daerah kajian
Band 5	0.775 - 0.9005 μ m (center infrared)	30m x 30m	Kelembapan tumbuhan dan kelembapan tanah, membedakan salju dan awan
Band 6	0.775 - 0.9005 μ m (termal infrared)	60m x 60m	Menganalisa tegakan tumbuhan, pemisahan kelembapan tanah dan pemetaan panas
Band 7	0.775 - 0.9005 μ m (center infrared)	30m x 30m	Pengenalan mineral dan jenis batuan dan sensitif terhadap kelembapan tumbuhan
Band 8	1.550 – 1.750 μ m (pankromatik)	15m x15m	Identifikasi budaya seperti bangunan, sungai, jalan, bendungan dll.

tabel 2.2 tabel saluran spektral landsat 7 ETM+

II.4. Pengolahan Citra Satelit

Pengolahan citra digital merupakan manipulasi dan interpretasi digital dari citra penginderaan jauh dengan bantuan komputer. Pengolahan citra digital dapat

dikelompokkan dalam tiga prosedur operasional yaitu pra pengolahan data mencakup rektifikasi dan restorasi citra, pembuatan citra komposit dan penajaman citra serta klasifikasi citra. Restorasi citra adalah proses perbaikan kualitas citra supaya 'siap pakai'. Secara garis besar, kualitas citra dapat dikelompokkan menjadi kualitas geometrik dan kualitas radiometrik. (Danoedoro, 1996).

II.4.1. Citra Komposit

Citra komposit atau paduan warna, menganjurkan untuk menggunakan beberapa alternatif penggunaan beberapa band secara bersamaan. Dalam tahap ini dibuat kombinasi (RGB/Red-Green-Blue) dari band yang ada pada citra untuk membantu mengidentifikasi dan interpretasi penampakan objek dipermukaan bumi. Seperti contoh, pada citra dengan komposit band 543, dapat dengan mudah dibedakan antara obyek vegetasi dengan non vegetasi, obyek bervegetasi dipresentasikan dengan warna hijau, tanah kering dengan warna merah, komposit ini paling populer untuk penerapan di bidang kehutanan (Departemen kehutanan). Citra dengan komposit band 543, mempunyai kelebihan mudah untuk membedakan obyek yang mempunyai kandungan air atau kelembapan tinggi. Obyek dengan tingkat kelembapan atau kandungan air tinggi akan dipresentasikan dengan rona yang lebih gelap secara kontras. Contoh obyek tambak akan tampak berwarna biru kehitaman dengan bentuk kotak teratur., komposit ini membantu dalam pembedaan hutan rawa dengan hutan lahan kering, sawah dengan padi tua ataupun sawah dengan awal penanaman.

II.4.2. Penajaman Citra

Penajaman citra adalah algoritma yang diterapkan pada data penginderaan jauh untuk menghasilkan kanampakan citra yang memudahkan bagi penerapan analisis visual atau proses selanjutnya. Penajaman citra tidak dapat memberikan hasil yang baik secara umum atau menyeluruh karena penajaman citra terbaik dan ideal tidak ada, sehingga baik tidaknya suatu hasil penajaman sangat tergantung pada kebutuhan tertentu dan ditentukan oleh pengguna.

Penajaman citra bertujuan untuk meningkatkan mutu citra, baik untuk memperoleh keindahan gambar maupun untuk kepentingan analisa citra. Penajaman citra pada data penginderaan jauh dilakukan sebelum interpretasi visual, dan kadang- kadang juga untuk analisis kuantitatif. Operasi penajaman dimaksudkan untuk mempertajam kontras yang tampak pada ujud gambaran yang terekam dalam citra. Penajaman secara sederhana dapat diartikan mentransformasikan data ke bentuk yang lebih ekspresif. Penajaman kontras diterapkan untuk memperoleh kontras citra yang lebih tinggi. Hal ini dapat dilakukan dengan menstransformasi seluruh nilai kecerahan. Hasilnya berupa citra dengan nilai maksimum baru yang lebih tinggi dari maksimum awal, dan nilai minimum baru (pada umumnya) lebih rendah dari nilai minimum awal. Secara visual hasil ini berupa citra baru yang variasi hitam putihnya lebih menonjol, sehingga tampak lebih tajam dan memudahkan proses interpretasi.. Dalam penelitian ini algoritma penajaman kontras yang digunakan adalah perentangan kontras (*contrast stretching*) dan ekualisasi histogram (*histogram equalization*).

1. Perentangan kontras (*contrast stretching*)

Kontras citra dapat dimanipulasi dengan merentangkan nilai kecerahan pixelnya. Perentangan yang efektif dapat dilakukan dengan memperhatikan bentuk histogramnya.

Citra asli yang biasanya mempunyai range nilai lebih sempit dari 0 – 255 perlu direntangkan sehingga kualitasnya lebih baik., Hasil perentangan adalah citra baru yang bila digambarkan histogramnya berupa kurva yang lebih lebar.

Ada beberapa cara untuk merentangkan kontras citra. Cara paling sederhana ialah dengan mengalikan nilai kecerahan citra tersebut, misalnya dengan faktor pengali. Citra X dengan range kecerahan 0 -21, bila dikalikan dengan faktor pengali 3 menghasilkan citra baru dengan rangr 0 – 63. Nilai maksimum lama, yaitu 21 yang tampak gelap ditrasformasikan menjadi nilai maksimum baru 63 yang tampak jauh lebih cerah, sedangkan nilai minimum tetap dijaga kecerahannya.

Cara lain adalah suatu pengkondisian. Perentangan dilakukan pada range diantara nilai kecerahan maksimum dan minimum. Misalnya citra X (9...45) akan direntangkan menjadi citra X'' (0..255), tetapi dengan mengambil nilai kecerahan 12 sebagai nilai masukan minimum dan 43 sebagai nilai masukan maksimum. Dalam hal ini, nilai kecerahan asli pada citra $X \leq 12$ akan menjadi 0 pada citra baru dan nilai kecerahan asli ≥ 43 akan menjadi 255. Rumus umum transformasinya adalah sebagai berikut (Danoedoro,1996) :

$$BV_{out} = \frac{BV_{in} - \min_k}{\max_k - \min_k} \times \text{quant}_k$$

Dalam hal ini,

BV_{uot} : Nilai kecerahan baru

BV_{in} : Nilai kecerahan pixel pada citra yang menjadi masukan

$\min_k$: Nilai kecerahan minimum pada citra asli

$\max_k$: Nilai kecerahan maksimum pada citra asli

quant_k : Range nilai kecerahan yang dapat ditampilkan (misalnya 255)

2. Ekualisasi histogram (histogram equalization)

Secara garis besar algoritma ekualisasi dapat dibagi menjadi tiga tahap pertama, dilakukan penghitungan untuk menurunkan histogram yang dipertajam kedua, menentukan jumlah klas kecerahan yang baru. Ketiga, menghitung dan menandai pixel demi pixel untuk kemudian mengelompokkan ke tiap klas kecerahan yang tersedia. Setelah itu, dengan sendirinya citra dengan nilai kecerahan baru segera dihasilkan.

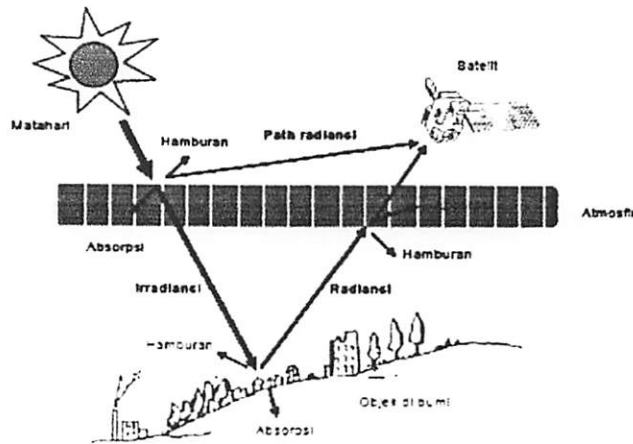
Ekualisasi histogram menghasilkan citra dengan kontras maksimum, bila pengambilan range kecerahan tepat. Pengambilan ini dikatakan tepat bila range nilai tersebut mewakili populasi terbanyak dalam histogram (misalnya bukit kurva utama).

II.4.3. Koreksi Citra

Pada Koreksi citra ada dua proses yaitu (1) koreksi radiometrik dan (2) koreksi geometrik. Untuk lebih jelasnya lihat uraian berikut :

1) Koreksi Radiometrik

Penggunaan citra dengan basis digital number (DN) mempunyai kesalahan yang belum terkoreksi, yaitu kesalahan radiometric dan atmosferik. Kesalahan radiometrik disebabkan karena pengaruh sudut elevasi matahari (sun elevation) dan jarak matahari-bumi. Tidak terkoreksinya citra secara radiometrik mengakibatkan metoda yang dipakai untuk menganalisis citra (sebagai contoh adalah model algoritma yang dibuat) tidak dapat diterapkan pada citra pada tanggal atau tempat yang berlainan. Oleh karena itu diperlukan koreksi radiometrik untuk menstandarkan kondisi sudut elevasi matahari dan jarak matahari-bumi pada citra yang diterima pada waktu atau tempat yang berbeda, dengan kata lain mengurangi atau mengeliminasi kesalahan radiometrik



Gambar 2.4. Menunjukkan Perjalanan Gelombang Elektromagnetik Ke Sensor Satelit

Kesalahan lainnya yang perlu dikoreksi adalah kesalahan atmosferik. Kesalahan atmosferik biasanya disebabkan oleh adanya *path radiansi* (gelombang elektro magnetik yang dihamburkan/pantulkan oleh atmosfer ke sensor satelit), penyerapan (absorption) gas dan hamburan aerosol di atmosfer. Dengan melakukan koreksi atmosferik diharapkan noise dapat dikurangi atau di eliminasi. **Gambar 2.4.** memperlihatkan perjalanan gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari sampai ke sensor satelit, dimana keberadaan atmosfer sangat mempengaruhi intensitas energi gelombang elektromagnetik yang sampai ke sensor satelit. Pada kegiatan ini dilakukan koreksi radiometrik berdasarkan buku manual satelit Landsat 7 ETM dan koreksi atmosferik sistematis untuk menghilangkan *path radiansi*.

Koreksi radiometrik dilakukan untuk menghilangkan kesalahan pada sudut elevasi matahari dan jarak matahari-bumi akibat penerimaan data yang berbeda waktu. Sedangkan koreksi atmosferik dilakukan untuk menghilangkan path radiance (noise angkasa). Metoda koreksi radiometrik dilakukan berdasarkan “Landsat 7, *Science Data Users Handbook*” dan A.J. Edwards (1999), yaitu dengan merubah digital number

menjadi nilai radiansi menggunakan “gain” dan “bias”, kemudian merubah nilai radiansi menjadi nilai reflektansi menggunakan nilai solar irradiance, sudut elevasi matahari dan jarak matahari-bumi.

Persamaan untuk merubah DN digital number menjadi radiasi ;

$$L_{\lambda} = \text{gain} * \text{DN} + \text{offset}$$

Dimana:

L_{λ} = Spektral radiansi dengan satuan watts/(meter squared * ster * μm)

DN = Nilai digital number

Atau

$$\text{“Radiasi”} = ((L_{\text{MAX}} - L_{\text{MIN}}) / (QCAL_{\text{MAX}} - QCAL_{\text{MIN}})) * (QCAL - QCAL_{\text{MIN}}) + L_{\text{MIN}}$$

Dimana :

L_{max} = nilai radiasi maksimal band landsat

L_{min} = nilai radiasi minimum band landsat

$QCAL_{\text{MAX}}$ = 255 (nilai pixel kalibrasi maksimum di dalam DN)

$QCAL_{\text{MIN}}$ = 0 (nilai pixel kalibrasi minimum di dalam DN)

$QCAL$ = band citra landsat

Nilai diatas dapat dilihat pada tabel yang telah disediakan pada *handbook* landsat.

Selanjutnya nilai radiasi dirubah menjadi nilai refleksi dengan menggunakan persamaan sebagai berikut ;

$$\rho_p = \frac{\pi \cdot L_{\lambda} \cdot d^2}{ESUN_{\lambda} \cdot \cos \theta_s}$$

Dimana

ρ_p = Refleksi (*reflectance*)

L_{λ} = Spectral radiasi (*radiance*)

d = *Earth-Sun distance in astronomical units* (jarak matahari dan bumi satuan astronomi).

$ESUN_{\lambda}$ = Radiasi spectral matahari

θ_s = sudut zenit matahari dalam derajat

ETM+ Spectral Radiance Range watts/(meter squared * ster * μm)								
Band Number	Before July 1, 2000			After July 1, 2000				
	Low Gain		High Gain	Low Gain		High Gain		
	LMIN	LMAX	LMIN	LMAX	LMIN	LMAX	LMIN	LMAX
1	-6.2	297.5	-6.2	194.3	-6.2	293.7	-6.2	191.6
2	-6.0	303.4	-6.0	202.4	-6.4	300.9	-6.4	196.5
3	-4.5	235.5	-4.5	158.6	-5.0	234.4	-5.0	152.9
4	-4.5	235.0	-4.5	157.5	-5.1	241.1	-5.1	157.4
5	-1.0	47.70	-1.0	31.76	-1.0	47.57	-1.0	31.06
6	0.0	17.04	3.2	12.65	0.0	17.04	3.2	12.65
7	-0.35	16.60	-0.35	10.932	-0.35	16.54	-0.35	10.80
8	-5.0	244.00	-5.0	158.40	-4.7	243.1	-4.7	158.3

tabel 2.3 tabel spektral Radiance range

ETM+ Solar Spectral Irradiances	
Band	watts/(meter squared * μm)
1	1969.000
2	1840.000
3	1551.000
4	1044.000
5	225.700
7	82.07
8	1368.000

tabel 2.4. tabel ETM+ solar irradiances

ESUN λ merupakan hasil pengukuran radiasi matahari yang sampai ke bumi per-areal luas tertentu, Sudut zenit matahari didapat dari pengurangan sudut 90° dengan sudut elevasi matahari (dari header file).

Koreksi atmosferik dilakukan dengan menggunakan koreksi yang sederhana yaitu model Dark Pixels Subtracting Method (A.J. Edwards, 2000), yaitu pengurangan

nilai reflektansi dengan nilai dari piksel gelap (asumsi bahwa ada objek yang menyerap gelombang elektro magnetik secara sempurna sehingga tidak terjadi reflektansi, dengan kata lain nilai reflektansi pada piksel objek tersebut adalah 0). Objek yang umumnya dianggap mempunyai piksel gelap adalah perairan yang dalam dan jernih atau bayangan awan yang sangat tebal.

Pada lokasi piksel gelap tersebut ditentukan nilai reflektansi maksimum pada band 5 (near infrared, yang cenderung diserap secara sempurna oleh perairan), kemudian nilai reflektansi maksimum tiap band yang diperoleh dipakai untuk mengoreksi nilai reflektansi pada masing-masing band. Nilai reflektansi maksimum yang diperoleh masing-masing band digunakan untuk mengurangi nilai reflektansi pada seluruh piksel dari setiap band.

2) Koreksi Geometrik

Merupakan transformasi citra penginderaan jauh yang dilaksanakan agar citra mempunyai sifat-sifat peta, dalam bentuk skala dan proyeksi (*Mather, 1987 dalam Danoedoro, 1996*). Kesalahan geometrik ini disebabkan oleh faktor variasi tinggi satelit, ketegakan satelit serta kecepatan orbit yang menyebabkan terjadinya pergeseran wujud gambar dari kelompok baris penyiaman ke kelompok baris penyiaman berikutnya. Koreksi geometrik dilakukan dalam dua tahap, yaitu relokasi pixel dan interpolasi nilai spektral. Relokasi pixel yaitu menentukan lokasi sembarang titik pada citra (koordinat baris dan kolom) sesuai dengan titik-titik ikat (*Ground Control Point*) dilapangan atau peta yang mempunyai koordinat titik (x, y). Proses koreksi geometrik yang mendasar merupakan suatu proses rektifikasi atau proyeksi dari sebuah bidang asal ke bidang yang lain dengan cara translasi, rotasi atau pergeseran skala, sehingga posisi setiap pixel pada citra sedemikian rupa mempunyai sistem koordinat proyeksi dan skala yang

beragam. Berdasarkan serangkaian titik – titik kontrol medan yang diperoleh dari pembacaan pada peta atau pengukuran dengan Global Positioning System (*GPS*), selanjutnya digunakan untuk menghitung persamaan transformasi koordinat citra dari titik- titik sekutu.

Jumlah dan distribusi titik kontrol tanah akan mempengaruhi akurasi koreksi geometri suatu citra penginderaan jauh. Jumlah titik kontrol tanah seharusnya lebih dari jumlah parameter yang tidak diketahui pada penggunaan rumus tertentu. Penyebaran GCP yang baik adalah menyebar seluruh citra (tidak mengelompok).

II.5. Analisa Digital Penentuan Zona Kedalaman Perairan Dangkal

Penetrasi sinar matahari ke dalam tubuh air dapat dipantulkan oleh dasar perairan tersebut. Pada saat sinar matahari menembus kolom air, sebagian dari sinar tersebut akan diserap dan dihamburkan oleh substansi dalam air, proses penyerapan dan penghamburan tersebut disebabkan oleh suspensi dan larutan material dalam air, seperti : klorofil, dan komponen lainnya yang larut dalam air yang berupa komponen organik dan anorganik. Pantulan oleh dasar perairan tergantung pada sedimen yang ada pada dasar perairan tersebut berupa pasir atau lumpur atau vegetasi.

Jika penetrasi sinar ke air semakin dalam maka sinar lebih banyak diserap. Oleh karena itu suatu daerah yang nampak cerah pada citra satelit umumnya menunjukkan suatu perairan yang dangkal, bila daerah yang tampak pada citra gelap, maka menunjukkan perairan dalam.

Pengukuran bathimetri dengan data Landsat TM dapat dilakukan, karena sensor landsat mendeteksi cahaya yang jelas dari porsi lebih luas dan spektrum yang jelas pula, memiliki lebih banyak band, dibanding sensor satelit lain. band Landsat 1, 2 dan 3

berguna dalam mengukur kedalaman perairan dangkal band 4 hanya dapat digunakan untuk perairan dangkal kurang lebih 1 m, yang memiliki kualitas air yang jernih dengan dasar sedimen yang cerah (di mana band 1-3 cenderung bisa jenuh). Band 5 dan 7 secara sempurna diserap oleh air dan karena itu seharusnya tidak digunakan dalam melakukan kalkulasi bathimetri.

Kemampuan untuk mengenali dan mengukur kedalaman suatu topografi dasar laut tergantung pada :

1. Sudut liputan matahari
2. Kualitas air
3. Kedalaman air
4. Gelombang air
5. Jenis dasar substrat perairan
6. Keadaan topografi dasar perairan yang landai

1. Sudut Liputan Matahari

Dalam penginderaan jauh harus ada sumber tenaga, baik sumber tenaga alamiah maupun sumber tenaga buatan. Sumber tenaga ini mengenai obyek dipermukaan bumi yang kemudian dipantulkan kembali ke sensor. Jumlah tenaga matahari yang mencapai bumi dipengaruhi oleh waktu (jam, musim) lokasi dan kondisi cuaca. Jumlah tenaga yang diterima pada siang hari lebih banyak bila dibandingkan dengan jumlahnya pada pagi atau sore hari. Kedudukan matahari terhadap tempat di bumi berubah sesuai dengan perubahan musim. Pada musim disaat matahari berada tegak lurus diatas suatu tempat, jumlah tenaga yang diterima lebih besar bila dibandingkan dengan pada musim lain disaat matahari kedudukannya condong terhadap tempat

itu. Disamping itu jumlah tenaga yang diterima dipengaruhi oleh letak tempat dipermukaan bumi.

2. Kualitas Air

Pada saat sinar matahari berinteraksi dengan air, sebagian dari sinar tersebut akan dihamburkan dan dipantulkan kembali oleh material-material yang terlarut dalam air dan sebagian lagi akan menembus ke dalam air. Daya tembus sinar ke dalam air sangat tergantung dari daya serap air terhadap sinar yang mengenainya. Semakin besar daya serapnya, semakin kecil kemungkinan sinar untuk menembus air tersebut.

Absorpsi air terhadap sinar matahari sangat selektif. Cahaya matahari terdiri dari bermacam-macam cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda-beda. Kebanyakan macam cahaya yang menembus air laut sudah kehilangan sebagian besar intensitas pada meter pertama, kira-kira 62% pada air laut jernih. Pada air laut keruh di tepi pantai angkanya lebih besar lagi. Sinar infra merah dan ultra ungu sangat sulit menembus air laut, beberapa meter saja sudah kehilangan intensitas. Sinar-sinar yang kelihatan mudah menembus air laut adalah sinar yang mempunyai fungsi dalam fotosintesa, yaitu sinar berwarna hijau kebiru-biruan (*Ruslan Prawiro, 1988*).

Air laut dapat dikelompokkan dalam dua kelas yaitu, air kelas I dan air kelas II. Air kelas I adalah air yang jernih dan berwarna biru. Warna biru diakibatkan oleh penyinaran matahari serta akibat dari sifat optis air tersebut terhadap sinar matahari. Air kelas I ini adalah merupakan tempat penyerapan terhadap sinar merah, kuning, hijau, ultra-violet dan infra-merah. Sebagian sinar-sinar tersebut selain diserap juga dipantulkan kembali. Karena kejernihannya, hampir semua sinar infra-merah

diserap, sehingga citra infra-merah sekat yang diperoleh dari rekaman sensor satelit akan terpengaruh nilai digitalnya akibat hamburan sinar. Air tipe ini kebanyakan dijumpai pada laut terbuka yang jauh dari sumber polutan. Pada air tipe ini baik untuk dilakukan pengenalan topografi kedalamannya.

Air kelas II banyak ditemukan didaerah pantai atai pada daerah yang terdapat polutan seperti lumpur, bahan-bahan organik, limbah industri, polusi minyak dan sebagainya. Larutan dari material-material tersebut dapat menghamburkan dan memantulkan sebagian dari sinar-sinar ultra-violet, infra-merah, kuning dan hijau. Sinar kuning dan hijau akan lebih intensif terhadap air tipe ini dibanding dengan sinar biru. Air kelas II sering kali berwarna gelap atau kuning kecoklat-coklatan. Oleh karenanya air pada kelas II ini kurang baik untuk dilakukan pengenalan topografi kedalamannya melalui pengindraan jauh.

3. Gelombang Air

Pada saat gelombang elektromagnetik berinteraksi dengan permukaan air maka sinar yang datang akan di pantulkan dan sebagian lagi akan diteruskan masuk kedalam tubuh air sifat optis air laut dalam hal ini akan berpengaruh terhadap datangnya sinar yang menembus ke dalam tubuh air Cahaya dibiaskan apabila bergerak miring melalui medium yang berbeda seperti dari udara ke kaca lalu melewati air. Keadaan ini disebut sebagai pembiasan cahaya. Hal ini karena cahaya bergerak lebih cepat di medium yang kurang padat. Cahaya yang datang dengan sudut datang 90^0 (tegak lurus) namun, melalui medium yang berbeda tidak dibiaskan. Contoh hal pembiasan dalam hal sehari hari adalah seperti pada kasus sedotan minuman yang kelihatan bengkok dan lebih besar di dalam air, atau pada kasus dasar kolam kelihatan lebih dangkal dari kedalaman sesungguhnya. Sebenarnya, pantulan dasar

perairan tidak dapat diamati secara langsung pada citra satelit karena dipengaruhi oleh serapan dan hamburan pada lapisan permukaan air. Pengaruh ini dapat dihitung, jika pada setiap titik di suatu wilayah diketahui kedalaman dan karakteristik optis airnya. Pada lautan yang luas, sifat optis air dianggap seragam akibat pencampuran horisontal, sedangkan kedalaman air sangat bervariasi dan secara umum tidak dapat diketahui pada tempat tersebut.

4. Kedalaman Perairan

Radiasi sinar matahari mengalami banyak hambatan dalam air laut, makin dalam sinar matahari makin berkurang dan pada kedalaman 200 meter sinar sudah habis terserap. Sehingga pada bagian bawah tersebut keadaan air gelap sama sekali (*Ruslan Prawiro, 1988*). Hambatan cahaya tersebut dilakukan oleh substansi air itu sendiri dan bahan yang tercampur atau larut dalam air serta keadaan dasar laut itu sendiri. Bahan yang terkandung dalam air laut sangat banyak, dari yang besar sampai yang kecil dan larut, organik dan anorganik. Semakin dalam perairan tersebut maka semakin sedikit cahaya yang dapat menembus ke tubuh air dan dipantulkan kembali, pada perairan yang dalam cahaya diserap sempurna oleh tubuh air, daerah yang tampak gelap pada citra, maka menunjukkan perairan itu dalam. Daerah yang gelap tidak dapat diidentifikasi nilai kedalamannya.

5. Jenis Dasar Subtrat perairan

Dasar perairan berperan besar dalam menentukan pantulan cahaya yang dihasilkan, pada perairan yang memiliki dasar perairan yang terang berupa pasir putih atau terumbu karang sinar yang dipantulkan akan lebih baik dari pada daerah yang memiliki dasar perairan yang gelap. Pada citra satelit terlihat perbedaan perairan yang memiliki dasar perairan yang terang dan yang gelap. Pada perairan yang

memiliki dasar perairan terang akan dapat terlihat dasar perairannya sehingga dapat diidentifikasi oleh citra satelit

7. Keadaan topografi dasar perairan

Perairan laut terbagi dalam dua bagian yang disebut dangkalan atau paparan yang merupakan kelanjutan bagian benua yang kebetulan berada dibawah air laut dan laut dalam yang merupakan laut sesungguhnya. Dangkalan terpapar dari kedalaman nol sampai kurang lebih dua ratus meter, setelah itu dasar laut mendadak menjadi terjal, makin dalam memasuki kawasan laut dalam yang disebut lautan atau samudra. Semakin terjal keadaan topografi dasar suatu perairan maka semakin sempit zona kedalaman yang bisa didapat .

Gambar perbedaan rona/warna pada citra akan memberikan indikasi kedalaman atau perbedaan karakteristik dasar laut. Setelah dilakukan pengujian lapangan maka penentuan kedalaman dapat ditentukan berdasarkan bagian warna/rona yang mempunyai perbedaan setelah dilakukan koreksi kedalaman terhadap chart datum.

II.5.1. Penentuan Zona Kedalaman Penetrasi (DOP).

Informasi kedalaman dari penginderaan jauh telah digunakan untuk berbagai kegiatan antara lain; membantu dalam menginterpretasi terumbu karang (*Jupp dkk., 1985*) dan memetakan jalur pelayaran (*Benny dan Dawson 1983*). dan telah digunakan sebagai sumber primer data bathimetri untuk tujuan navigasi (yaitu pemetaan bahaya pelayaran). Keterbatasan utamanya dalam hal ini adalah resolusi spasial yang tidak memadai dan kurangnya akurasi. Bahaya pelayaran seperti di luar koral batu karang atau terumbu karang seringkali lebih kecil dibanding sensor pixel dan sehingga akan sulit untuk dideteksi.

Pemetaan bathimetri dengan menggunakan metode penginderaan jauh adalah sangat terbatas, karena hanya sinar biru-violet yang dapat menembus air laut yang jernih serta dengan kedalaman yang terbatas. Saluran biru-violet pada foto udara dan scanning dapat memberikan suatu gambaran dari pantulan dan refraksi oleh topografi dasar laut.

Cahaya merah mengatenuasi dengan cepat dalam air dan tidak mempenetrasi lebih lanjut kira-kira 5 m dalam air jernih. Sebaliknya, cahaya biru mempenetrasi lebih banyak dan dalam air jernih dasar laut dapat memantulkan cahaya yang cukup bisa diperkirakan dengan sensor satelit bahkan ketika kedalaman air mendekati 30 m. Kedalaman penetrasi bergantung kepada turbiditas. Pengurangan partikel sedimen, pitoplankton dan senyawa organik yang larut semuanya akan mempengaruhi kedalaman penetrasi (dan sehingga membatasi kisaran data optik yang mungkin untuk memperkirakan kedalaman) karena mereka menyebar dan menyerab cahaya, dengan demikian meningkatkan atenuasi.

Gelombang spektrum sinar merah terserap dengan cepat dalam air dan tidak dapat menembus lebih dari 5 meter, sedangkan sinar biru menembus lebih dalam ; dalam kondisi air yang jernih dan dasar air dapat memantulkan cukup cahaya untuk dapat dideteksi oleh sensor satelit. Penetrasi kedalaman juga tergantung pada kekeruhan air, partikel sedimen, phytoplankton, dan senyawa organik yang terlarut, yang akan menyerap dan membelokan sinar, sehingga akan meningkatkan attenuasi.

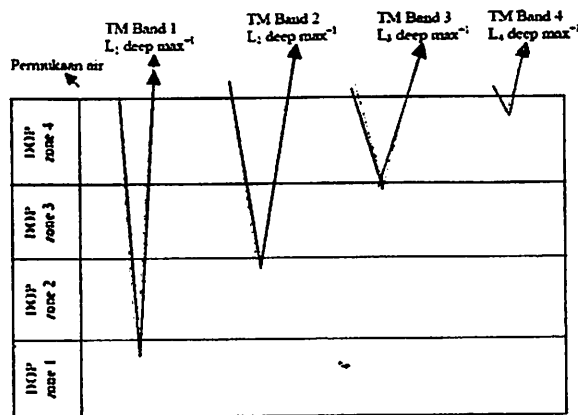
Ada dua langkah dalam penentuan kedalaman laut dengan menggunakan metode jupp menggunakan citra satelit, yaitu:

1. Mengkalkulasi zona kedalaman (*depth of penetration zones*, DOP)
2. Interpolasi kedalaman dalam daerah DOP

Dalam penghitungan daerah penetrasi ini, didasarkan pada asumsi bahwa pada masing – masing band mempunyai perbedaan kekuatan dalam menembus air. Dalam hal ini band 1 (biru) lebih kuat dalam menembus air, dibandingkan dengan band 2 (hijau). Hal ini disebabkan band 2 mempunyai panjang gelombang yang lebih panjang dari band 1, sehingga koefisien attenuasi (penipisan) band 2 lebih besar dari band 1. gambar 2.3 menunjukkan kedalaman penitiasi setiap band 1, 2, 3, dan 4 citra satelit landsat. Penentuan daerah DOP dilakukan dengan menentukan terlebih dahulu nilai reflektansi maksimum pada perairan yang dalam dan jernih, karena diasumsikan bahwa gelombang elektromagnetik akan habis diserap sehingga tidak terjadi pantulan dari dasar perairan pada perairan dalam dan jernih.

Wilayah perairan yang mempunyai nilai reflektansi maksimum di perairan yang dalam dan jernih, mengindikasikan adanya pantulan gelombang elektromagnetik dari dasar perairan, atau dengan kata lain wilayah tersebut menjadi wilayah DOP.

Pengambilan sampel kedalaman dilakukan pada daerah perairan dalam dan jernih (berwarna biru gelap pada tampilan RGB 542), kemudian dihitung nilai reflektansi maksimum, minimum dan rata-rata tiap band di daerah tersebut. Batas DOP diperoleh dengan mengurangkan nilai reflektansi setiap piksel pada citra dengan nilai reflektansi maksimum di perairan dalam pada setiap band. Untuk memperoleh batasan DOP yang jelas dilakukan perbandingan antara DOP yang berbasis digital number dengan DOP berbasis reflektansi.



Gambar 2.4. Penetrasi Band dalam Kolom Air (juup, 1988 dalam Edwards, 2000)

Dari gambar diatas terlihat suatu wilayah (*DOP zone*) untuk setiap Band. Pada wilayah *DOP zone 1* hanya band 1 yang mampu menembus sampai dasar, tidak untuk band 2. pada zone 2 hanya band 2 yang mampu menembus sampai dasar *DOP zone 2*, dan tidak untuk band 3. demikian pula untuk band 4. untuk mengetahui kedalaman yang pasti setiap zone, diperlukan data bantuan berupa data kedalaman survei lapangan dan tabel pasut.

Berdasarkan penelitian *Juup (1988)* dalam *Edwards (2000)*, kedalaman penetrasi maksimum gelombang elektromagnetik pada air laut ditujukan pada Tabel 2.3. Tabel 2.3. Kedalaman Maksimum Penetrasi , Untuk Setiap Band 1,2,3 dan 4 di Great Barrier Reef (*juup, 1988 dalam Edwards, 2000*)

Landsat TM Band	Kedalaman Penetrasi (zi)
1	25 m
2	15 m
3	5 m
4	1 m

Tabel 2.5. Kedalaman Maksimum Penetrasi

II.5.2. Sifat- Sifat Air laut

Air laut mempunyai sifat dinamis, baik secara vertical maupun horizontal yang mana keduanya membawa dampak terhadap pelaksanaan pekerjaan survey bathimetri maupun pekerjaan lain lepas pantai (*Tambayong, 1985*)

Gerakan naik dan turun dari permukaan air laut membawa konsekwensi bahwa hasil perekaman kedalaman yang diperoleh merupakan kedalaman yang diukur terhadap permukaan air laut pada saat (waktu) pengukuran dilakukan.

Hal ini dapat menimbulkan masalah pokok yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pemetaan bathimetri di lepas pantai, yaitu :

1. Agar data kedalaman yang diperoleh dapat dinyatakan dalam suatu system, sehingga dapat dipresentasikan dalam bentuk peta, maka perlu ditentukan suatu bidang referensi yang tidak bergerak terhadap semua hasil pengukuran kedalaman.
2. Sebagai akibat gerakan pasang surut maka waktu perlu diperhatikan untuk menetapkan nilai reduksi yang harus dikurangi dari seluruh hasil pengukuran, sehingga angka kedalaman yang sudah direduksi terhadap bidang referensi tersebut merupakan angka kedalaman tersurut.
3. Gerakan surut perlu diamati dengan interval waktu yang tetap secara terus menerus tanpa terputus, minimal untuk periode selama pekerjaan pengamatan berlangsung.

II.5.3. Pasang Surut (Chard datum)

Pasang surut laut adalah gerakan vertikal dari permukaan air laut yang terjadi secara periodik dimana gerakan ini disebabkan oleh karena pengaruh gaya tarik benda-

benda langit terhadap bumi, gaya gravitasi bumi serta gaya sentripetal akibat adanya rotasi bumi.

Naik turunnya muka air laut dapat terjadi sekali sehari (pasut Tunggal), atau dua kali sehari (Pasut Ganda), sedangkan pasut yang berperilaku di antara keduanya disebut sebagai pasut campuran.

Untuk memprediksi kondisi pasut dengan akurasi yang baik diperlukan pengetahuan tentang pasut yang cukup memadai. Karena itu diperlukan data pengukuran paling sedikit selama 15 hari atau selama 18,6 tahun jika ingin mendapatkan hasil prediksi dengan akurasi yang tinggi.

Tipe pasang surut ditentukan oleh frekuensi air pasang dan surut setiap hari. Jika perairan tersebut mengalami satu kali pasang dan surut dalam sehari, maka kawasan tersebut dikatakan bertipe pasang surut tunggal. Jika terjadi dua kali pasang dan surut dalam satu hari, maka tipe pasang surutnya dikatakan tipe ganda. Tipe pasang surut lainnya merupakan peralihan antara pasang surut tunggal dan ganda yang disebut tipe campuran. Secara kuantitatif tipe pasut suatu perairan dapat ditentukan oleh nisbah (*perbandingan*) antara amplitude (*tinggi gelombang*) unsur-unsur pasut tunggal utama dengan unsur-unsur pasut ganda utama.

Kisaran pasang surut (*tidal range*) adalah perbedaan tinggi muka air pada saat pasang maksimum dengan tinggi muka air pada saat surut minimum, rata-rata berkisar 1-3 m. dilihat dari pola gerakan muka air lautnya, pasang surut di Indonesia dapat dibagi menjadi empat jenis, yaitu pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*), harian ganda (*semidiurnal tide*), dan dua jenis campuran. Pada jenis harian tunggal hanya terjadi satu kali pasang dan satu kali surut setiap hari, contohnya terdapat disekitar selat Karimata, yaitu antara Kalimantan dan Sumatra. Untuk jenis harian ganda tiap hari terjadi dua kali

pasang dan dua kali surut yang tingginya hampir sama, contohnya yang terdapat di selat Malaka sampai ke laut Andaman.

Data pasang surut yang digunakan adalah data dari tabel pasut yang di prediksi oleh DISHIDROS-TNI AL untuk daerah pelabuhan Gilimanuk tahun 2003 dan 2007 sesuai dengan perekaman citra satelit dan pengecekan ke lapangan, nilai kedalaman selanjutnya direduksikan terhadap tabel pasang surut sesuai dengan jam pengamatan, sehingga kedalaman yang di dapat merupakan kedalaman sebenarnya, yaitu kedalaman yang sudah terkoreksi terhadap chart datum.

Data-data tersebut akan bermanfaat sebagai bidang referensi ketinggian sebagai dasar dalam perhitungan nilai kedalaman. koreksi tinggi pasut dilakukan dengan penyamaan tinggi pasut seluruh titik pengukuran kedalaman dengan pasut saat citra dibuat. Yaitu waktu dimana satelit Landsat lewat.

II.5.4. Peta Bathimetri

Informasi yang disajikan terkait dengan posisi yang mengacu pada sistem referensi tertentu. Oleh karena itu posisi suatu obyek di atas, di dalam dan di dasar perairan merupakan titik perhatian utama dalam bathimetri. Peta bathimetri sangat bermanfaat untuk mengetahui bentuk (relief) dari dasar laut selain itu Informasi peta bathimetri sangat bermanfaat untuk berbagai kegiatan di bidang kelautan.

Pengguna peta bathimetri terdiri dari berbagai sektor, utamanya transportasi maritim dan navigasi, pembangunan dermaga, rekayasa lepas pantai, hukum laut dan ZEE (Zona Ekonomi Eksklusif) serta aplikasi-aplikasi survei di pesisir dan laut lainnya.

BAB III

PELAKSANAAN PENELITIAN

III.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan September 2007 sampai dengan November 2007, meliputi pengolahan citra satelit Landsat7 ETM+ dan pengambilan data lapangan dilakukan pada daerah Perairan Bali barat, Kecamatan Gilimanuk.

III.2. Bahan dan Materi Penelitian

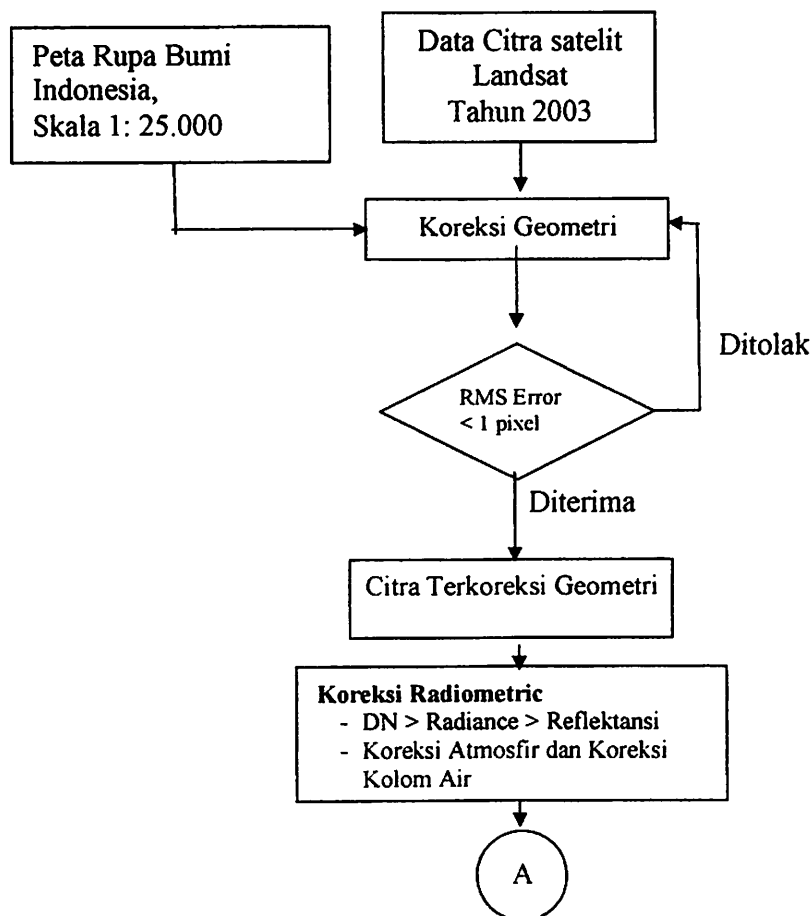
Adapun perlengkapan yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi :

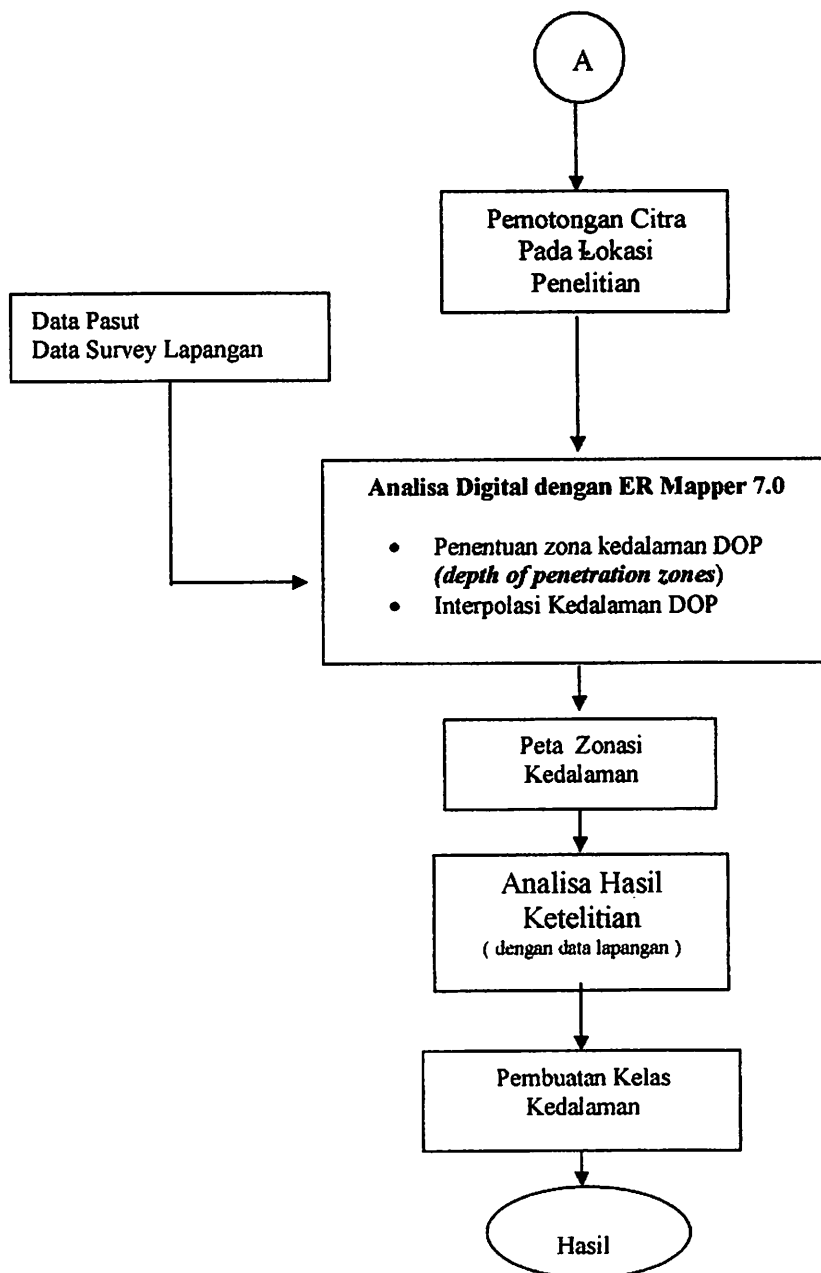
1. Data primer berupa citra Landsat7 ETM+ daerah perekaman Bali barat dan Peta Rupa Bumi Indonesia Wilayah Bali skala 1 :25.000, Data Pasut tahun 2003 dan 2007, dan Data kedalaman perairan (survei Lapangan)
2. Adapun peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :
 - a. Perangkat Keras (Hardware)
 - GPS garmin
 - Procesor Pentium 4
 - Memory 512 MB
 - Harddisk Drive 40 GB
 - Printer Canon i255
 - b. Perangkat Lunak (Software)
 - ER-Mapper 7.0 untuk pemrosesan citra.
 - Microsoft Excel 2003 untuk perhitungan
 - Arc View 3.3 Untuk tampilan peta

III.3. Metode Penelitian

Metode penelitian dimaksudkan untuk mendapatkan suatu gambaran mengenai situasi, kejadian dan kondisi secara lokal yang diteliti dan dikaji pada waktu yang terbatas dan tempat tertentu. Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan analisa data penginderaan jauh yang dibagi dalam 3 tahap, yaitu pengolahan citra awal, survey lapangan dan pengolahan data lanjutan.

Dalam penelitian yang berjudul “*Analisa Digital Citra Satelit Landsat7 ETM+ Untuk Pemetaan Perairan Dangkal*” ditampilkan tahapan-tahapan kerja dalam diagram alir sebagai berikut :





Keterangan diagram alir penelitian.

- Koreksi Geometrik.

Koreksi geometrik adalah proses menghilangkan kesalahan geometrik yang disebabkan oleh efek rotasi bumi, kelengkungan bumi, sudut pandang ketidaklinieran sensor, melalui hubungan sistem koordinat citra (baris, kolom) dan koordinat geometris (x, y), kesalahan *geometrik* ini akan mengakibatkan terjadinya pergeseran posisi pixel pada citra dari terletak ukuran pixel yang sebenarnya, karena itu perlu dilakukan koreksi *geometrik* untuk menghilangkan kesalahan *geometrik*.

- Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik dilakukan untuk menghilangkan kesalahan atmosfer dan memperbaiki kualitas citra. Citra di koreksi dengan cara merubah *nilai digital number* (DN) tiap piksel menjadi nilai reflektansi berdasarkan *handbook* Landsat 7 ETM. Terlebih dahulu DN diubah ke radiasi lalu kemudian diubah ke reflektansi, kemudian nilai reflektansi tiap band dikurangi dengan nilai reflektansi pada perairan dalam untuk menghilangkan pengaruh kualitas air dan error path radiance (pengaruh atmosfer). Sehingga akan didapatkan daerah yang benar-benar merupakan pantulan dari setiap band.

- Pemotongan citra satelit landsat

Pemotongan dilakukan pada lokasi area penelitian yaitu di sekitar perairan Bali barat

- Analisa digital dengan ER mapper 7.0

Pada tahap ini citra satelit landsat7 ETM+ yang telah terkoreksi dan telah dilakukan penajaman di analisa dengan menggunakan perangkat lunak ER mapper 7.0.

- Penentuan DOP (*depth of penetration zones*).

Dalam penghitungan daerah penitrasi ini, didasarkan pada asumsi bahwa pada masing-masing band mempunyai perbedaan kekuatan dalam menembus air. Dalam hal ini band 1 (biru) lebih kuat dalam menembus air, dibandingkan dengan band 2 (hijau). Hal ini disebabkan band 2 mempunyai panjang gelombang yang lebih panjang dari band 1, sehingga koefisien attenuasi (penipisan) band 2 lebih besar dari band 1.

- Penyesuaian Datum (Data Pasut).

Nilai kedalaman tiap – tiap zona selanjutnya direduksi terhadap tabel pengamatan pasang – surut sesuai dengan jam pengamatan/satelit landsat mengindra daerah tersebut, sehingga kedalaman yang didapat merupakan kedalaman yang sebenarnya, yaitu kedalaman yang sudah terkoreksi terhadap Chart Datum

- Interpolasi Kedalaman DOP

menentukan nilai kedalaman yang sebenarnya pada tiap batas DOP maksimum dengan menggunakan data lapangan.

- Peta Zonasi Kedalaman

Peta Zonasi Kedalaman merupakan peta yang terdiri dari 4 zona kedalaman.

- Digitasi

Selanjutnya setelah diketahui kedalaman maksimum tiap zona dilakukan proses digitasi untuk memberikan nilai kedalaman pada batas-batas zona. Proses ini dilakukan dengan menggunakan AutoCad.

- **Analisa**

Menganalisis seberapa besar tingkat ketelitian yang diperoleh. Untuk menguji validitas hasil hitungan kedalaman peta kedalaman air di perlukan data pembandingan, untuk itu di lakukan interpretasi lapangan

- **Pembuatan Kelas Kedalaman**

Pembuatan kelas kedalaman dilakukan dengan menggunakan spatial analyst (arcvview).

- **Hasil**

merupakan hasil dari penelitian setelah dilakukan uji ketelitian. Berupa Peta kedalaman perairan dangkal dalam format digital.

III.4. Pengolahan Citra Landsat

Adapun prosedur pengolahan data citra awal dan tahap pekerjaan yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menampilkan Data Raster Citra Landsat7 ETM+
2. Membuat citra komposit 421 dan 542
3. Penajaman kontras
4. Proses Digitasi Peta Topografi
5. Import Data Vektor Jalan dan Sungai
6. Menampilkan Data Vektor
7. Koreksi Geometri Citra
8. Koreksi Radiometrik
9. Pemotongan citra (*cropping*)

III.4.1 Menampilkan Data Raster Citra Satelit Landsat7 ETM+

Untuk menampilkan data raster citra satelit Landsat7 ETM+, pilih menu bar “Open” maka akan muncul kotak dialog. Masukkan data yang ingin ditampilkan dengan memilih *Load Data* pada kotak dialog. Selanjutnya, digunakan *refresh* untuk menampilkan gambar citra dengan jelas pada layar monitor.



Gambar 3.1 Citra Landsat7 ETM + RGB 321.

III.4.2. Membuat Citra Komposit 421 & 542

Dalam penelitian ini akan digunakan kombinasi dari band yang terdapat pada Citra Landsat7 ETM+ pada daerah penelitian, untuk memudahkan dalam proses membedakan antara perairan dangkal, kekeruhan dan perairan dalam dengan komposisi band RGB 4,2,1 dan RGB 5,4,2 . Adapun tahapannya sebagai berikut :

1. Buka file Citra Landsat7 ETM+ pada daerah penelitian, maka akan tampak tampilan Citra dalam “*window algoritma*” yang masih berwarna *greyscale*, dalam kotak dialog algorithm akan tampak bahwa jenis *surfacenya Pseudocolor* dan layernya juga “*Pseudocolor*”.

1. The first part of the paper is devoted to the study of the properties of the function $f(x)$ defined by the equation $f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n$, where a_n are the coefficients of the power series. It is shown that the function $f(x)$ is analytic in the disk $|x| < 1$ and that it satisfies the functional equation $f(x) = 1 + x f(x^2)$. This equation is solved by the method of successive approximations, and it is shown that the function $f(x)$ is the unique solution of this equation.

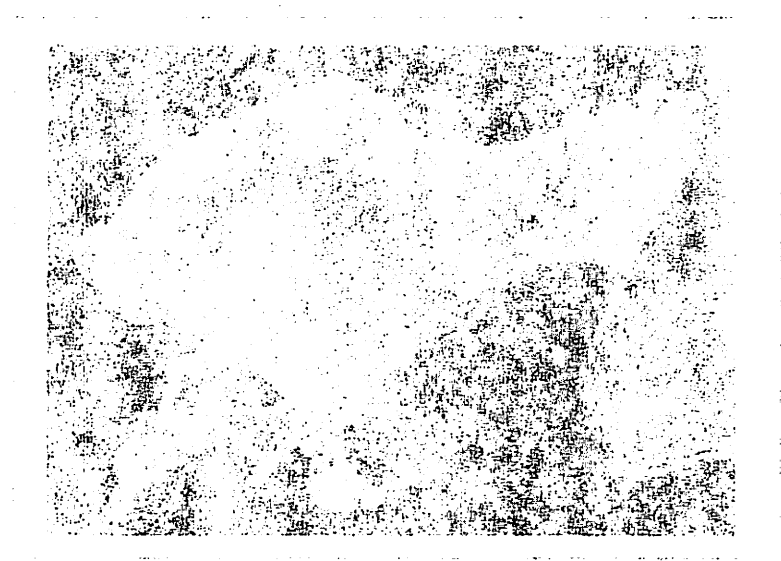
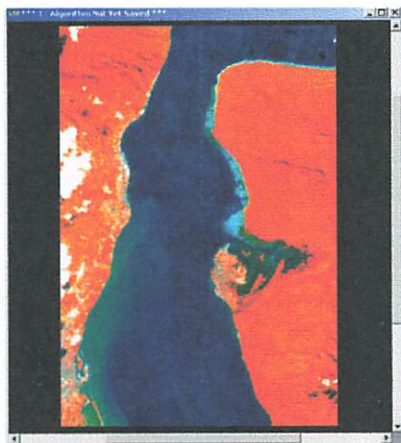


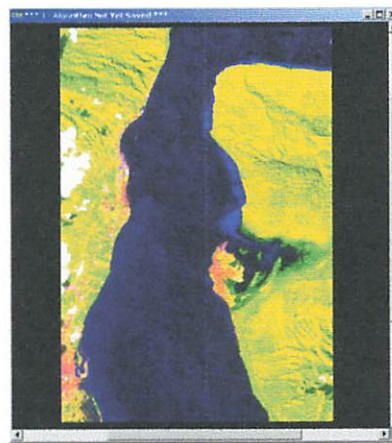
Fig. 1. The function $f(x)$ for $x = 0.5$.

2. In the second part of the paper, the properties of the function $f(x)$ are studied for $x > 1$. It is shown that the function $f(x)$ is not analytic for $x > 1$ and that it has a branch point at $x = 1$. The function $f(x)$ is expressed in terms of the hypergeometric function ${}_2F_1$ and it is shown that the function $f(x)$ is the unique solution of the functional equation $f(x) = 1 + x f(x^2)$ for $x > 1$. The function $f(x)$ is also studied for $x < -1$ and it is shown that the function $f(x)$ is not analytic for $x < -1$ and that it has a branch point at $x = -1$. The function $f(x)$ is expressed in terms of the hypergeometric function ${}_2F_1$ and it is shown that the function $f(x)$ is the unique solution of the functional equation $f(x) = 1 + x f(x^2)$ for $x < -1$.

2. Untuk membuat kombinasi warna kita harus membuat kombinasi dalam layer *Red, Green, Blue* yaitu dengan mengaktifkan kelompok "*toolbar forestry*" dalam *menu toolbar*, lalu pilih icon "*RGB Algorithm*" maka secara otomatis akan tampil Citra Landsat sudah dalam kombinasi warna, dalam kotak dialog *algorithm* terlihat jenis surfacenya *Red, Green* dan *Blue* dengan *Red layer* diisi band 3, *Green layer* diisi band 2, *Blue layer* diisi band 1.
3. Dari susunan band diatas dapat diubah-ubah kombinasinya menjadi kombinasi yang diperlukan diantaranya kombinasi pertama *Red layer* diisi band 4, *Green layer* diisi band 2, *Blue layer* diisi band 1 dan kombinasi kedua *Red layer* diisi band 5, *Green layer* diisi band 4, *Blue layer* diisi band 2.



Citra RGB 421



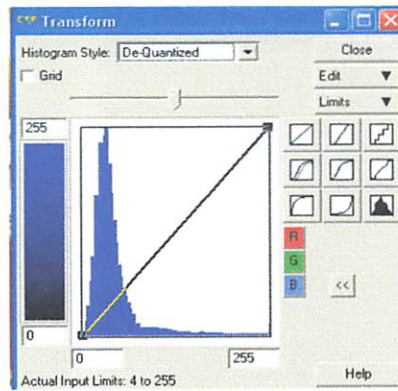
Citra RGB 542

Gambar 3.2. Tampilan Citra Komposit

III.4.3. Penajaman Kontras Citra (Transformasi)

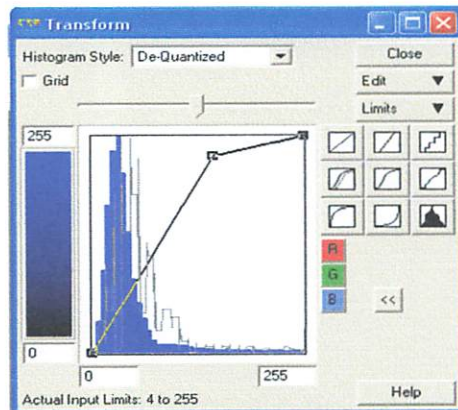
Untuk memperjelas suatu tampilan citra digunakan teknik penajaman, adapun langkahnya sebagai berikut:

1. Untuk mengkontraskan data secara manual *Edit transform limit* akan keluar tampilan sebagai berikut.



Gambar 3.3. Tampilan untuk mengontraskan

2. Kesembilan icon disebelah kanan adalah berbagai jenis strech yang umum digunakan antara lain "transformasi linier, histogram equalisasi, gaussian, dll." Untuk mengetahui jenis transformasi untuk setiap icon letakkan cursor beberapa saat diatas icon.
3. Untuk mengganti layer yang akan diubah kontrasnya memilih *Red, Green, Blue*.
4. Dapat juga membuat kontras citra secara manual dengan mengeser garis lurus pada kotak histogram dengan mouse kiri, seperti contoh



Gambar 3.4. Cara Mendrag

III.4.4. Proses Digitasi Peta Topografi

Data vektor yang digunakan dalam penelitian ini, diperoleh dari proses digitasi *on screen* menggunakan perangkat lunak *AutoCad map 2005*. Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Lembar 1707-442 skala 1 : 25.000 wilayah Kecamatan Gilimanuk yang telah di *Scaning* menggunakan *Scanner*.

Peta hasil digitasi tersebut belum dapat dimanfaatkan untuk koreksi geometric citra satelit Landsat7 ETM+ karena belum mempunyai sistem koordinat bumi (*Georeference*). Untuk itu digunakan koordinat-koordinat titik-titik sekutu yang telah diukur langsung di area penelitian. Dalam proses koreksi geometrik peta topografi digital dimaksudkan untuk mendapatkan hasil berupa peta topografi digital yang bergeoreferensi.

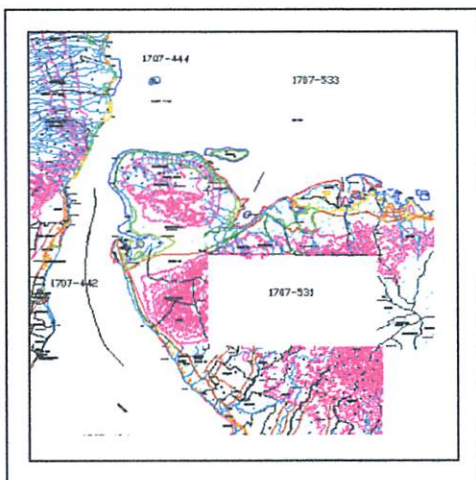
Adapun koordinat titik-titik sekutu diatas adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1. Koordinat Titi-titik Sekutu

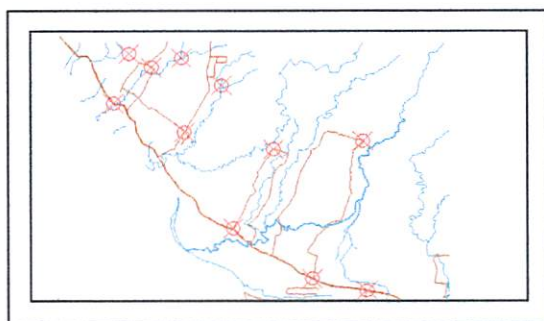
No Titik	Northing (N)	Easting (E)
1	217898	909466
2	219090	9102084
3	217047	9102579
4	217158	9103577
5	217614	9103428
6	225749	9082777
7	224380	9084888
8	217522	9097636
9	212946	9100490
10	213430	9102650
11	225968	9082471
12	224841	9084188
13	224191	9085917
14	217890	9096101

Urutan kerja proses digitasi adalah sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan perangkat lunak *AutoCAD map 2005*, ditampilkan peta yang akan didigitasi pada layer monitor yaitu peta RBI wilayah Kecamatan Gilimanuk hasil *scanning* yang akan didigitasi *on screen*.
2. Dengan memanfaatkan data koordinat titik-titik sekutu yang di ukur dilapangan, kemudian dilakukan proses *Rubber Sheet* untuk penyesuaian titik sekutu dengan posisi pada peta hasil digitasi.
3. hasil digitasi disimpan dalam format **dxf* (AutoCAD R12/LT2 DXF).



Gambar 3.5. Peta RBI hasil digitasi yang belum bergeoreferensi



Gambar 3.6. Peta RBI hasil digitasi yang sudah bergeoreferensi

III.4.5. Import Data Vektor

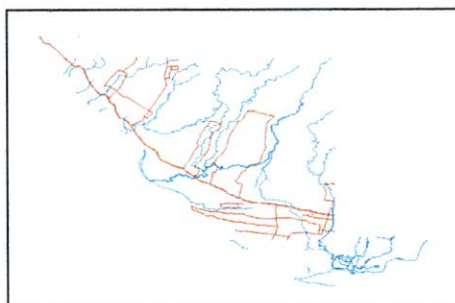
Setelah data vektor diimport kemudian dilakukan perubahan format data, dari ***dxf** menjadi ***erv**. Hal ini dimaksudkan untuk dapat menampilkan data vektor jalan dan sungai pada perangkat lunak *ER. Mapper*.

Adapun urutan kerjanya adalah sebagai berikut :

1. Pilih menu bar “*utilities*”.
2. Pilih sub menu *Import Data Vector and GIS Format*, kemudian *Import*
3. Selanjutnya memasukkan file ***Jalan_sungai.dxf*** pada kolom *Import File* dan buat nama file hasil import pada kolom *Output Dataset Name* (***Jalan_sungai.erv***)
4. Selanjutnya dipilih datum horizontal WGS '84 dan sistem proyeksi UTM pada kolom *Map Projection*

III.4.6. Menampilkan Data Vektor

Data vektor yang telah di *import* dapat ditampilkan pada perangkat lunak *ER.Mapper*, dengan menu bar “*Edit Algorithm*” selanjutnya muncul kotak dialog *Algorithm*. Dipilih menu *Edit* dan selanjutnya *Add Vector Layer*. Untuk memunculkan layer sungai dan jalan dipilih *Load Data* pada kotak dialog *algorithm*.



Gambar 3.7. Tampilan Data Vektor Jalan dan Sungai

III.4.7. Koreksi Geometri

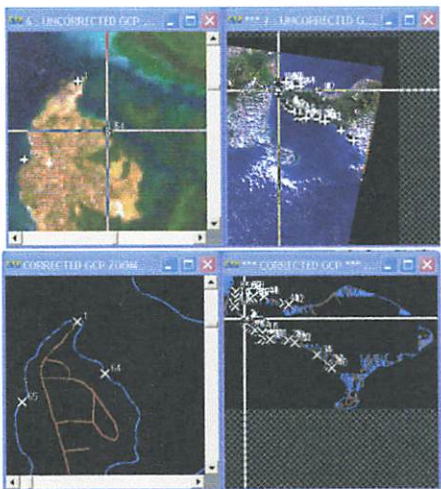
Untuk menghasilkan citra satelit Landsat7 ETM+ yang bersistem koordinat bumi (*Georeference*), dilakukan koreksi antara citra satelit Landsat7 ETM+ dengan data spasial sungai dan jalan dari peta topografi digital. Sehingga melalui koreksi geometri, citra akan memiliki suatu koordinat yang sesuai dengan sistem koordinat yang dimiliki oleh peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) sebagai data acuan dalam proses koreksi geometri.

Urutan kerjanya adalah sebagai berikut :

Pada menu utama perangkat lunak *ER Mapper* pilih *Ortho and Geocoding Wizard*, dan akan muncul kotak dialog *Geocoding Wizard*. Pada kotak *Geocoding Wizard* terdapat lima tahapan pengerjaan sebagai berikut :

1. Tahap pertama, *Input File* yang akan dikoreksi geometrik (*Landsat.ers*) dan tentukan *Geocoding Type* yang akan digunakan. Dalam penelitian ini digunakan *Type Polynomial*.
2. Selanjutnya, tentukan *type Polinomial Order* adalah *Linier*.
3. Kemudian, tentukan *GCP Picking Method* dengan memilih *Geocoded image, Vector or algorithm* dan tentukan file nama acuan yaitu *Vektor_Jalan.erv*. Pada *Output Coordinat Space* akan nampak Datum dan System Proyeksi dari hasil citra akhir.
4. Setelah menentukan *GCP Picking Method*, kemudian dipilih titik-titik kontrol yang merupakan titik sekutu yang antara citra dengan peta vektor hasil digitasi, sebagai contoh posisi dari belokan sungai, perempatan jalan, perpotongan antara jalan dan sungai, dan lain-lain.

5. untuk membuat atau menambah titik kontrol baru, menggunakan perintah *add new GCP*,sedang untuk menghapus titik kontrol yang salah gunakan *delete GCP*.



Gambar 3.8. Proses penentuan GCP pada citra dan peta

Tabel 3.2. Daftar Koordinat Titik-Titik Sekutu

Point	On	Locked	Cell-X	Cell-Y	To-X	To-Y	To-Z
1	Yes	No	4368.134	1611.748	217757.4	9097065	0
2	Yes	No	4596.968	2033.692	224535.1	9084259	0
3	Yes	No	4614.455	2016.454	225055.6	9084841	0
4	Yes	No	4632.942	2031.194	225599	9084412	0
5	Yes	No	4680.657	2066.918	227054.6	9083294	0
6	Yes	No	4665.918	2093.398	226625.5	9082527	0
7	Yes	No	4641.435	2106.639	225912.9	9082152	0
8	Yes	No	4702.891	2190.078	227705.9	9079585	0
9	Yes	No	4714.882	2199.321	228066	9079332	0
10	Yes	No	4693.398	2168.844	227437.7	9080229	0
11	Yes	No	4699.393	2182.334	227598.6	9079823	0
12	Yes	No	4749.107	2213.811	229085.1	9078849	0
13	Yes	No	4804.317	2254.531	230747.8	9077631	0
14	Yes	No	4861.791	2290.771	232525.5	9076612	0
15	Yes	No	5048.957	2338.216	238004.1	9075240	0
16	Yes	No	5048.61	2345.156	237912.2	9074919	0
17	Yes	No	4984.066	2497.841	235950.6	9070313	0
18	Yes	No	4960.816	2502.352	235398.9	9070107	0
19	Yes	No	5010.786	2491.595	236908.4	9070421	0
20	Yes	No	5014.256	2509.292	236946.7	9069915	0
21	Yes	No	5054.856	2472.509	238280.2	9071017	0
22	Yes	No	5040.975	2475.632	237828.1	9070887	0
23	Yes	No	5176.309	2498.188	241873.5	9070167	0
24	Yes	No	5251.235	2488.098	244068.7	9070561	0
25	Yes	No	5113.849	2514.102	239978.5	9069736	0
26	Yes	No	5214.134	2492.642	242961.7	9070374	0

6. Didalam proses geometrik citra digunakan sebanyak 66 titik kontrol yang menyebar diarea penelitian. Tahap akhir dari proses geometrik citra adalah proses rektifikasi (*Rectify*). Untuk melakuksn proses rektrifikasi citra didasarkan pada koordinat-koordinat *GCP* yang telah dimanfaatkan sebelumnya, selanjutnya hasil retrifikasi disimpan (*save*).

III.4.8. Koreksi Radiometrik

Pada proses ini citra di koreksi dengan cara merubah nilai *digital number* (DN) tiap piksel menjadi nilai reflektansi berdasarkan *handbook* Landsat 7 ETM. Terlebih dahulu DN *digital number* diubah ke radiasi lalu kemudian diubah ke reflektansi Adapun langkah-langkah dalam proses koreksi geometri tersebut adalah sebagai berikut :

1. gunakan persamaan yang terdapat pada *handbook* landsat 7 ETM. Untuk merubah nilai *digital number* (DN)→ radiasi→ refleksi
2. kemudian pada menu "*Edit Algorithm*" pilih *Edit Formula* ganti input1 dengan " $Lmin1 + (Lmax1 - Lmin1/255)*i1$ " masukan input data sesuai dengan nilai yang terdapat pada tabel yang telah disediakan pada *handbook* landsat 7 ETM atau metadata yang tersedia pada setiap citra satelit. Lakukan proses perhitungan sehingga di dapatkan nilai radiasi tiap-tiap band.
3. setelah didapatkan nilai dari radiasi kemudian nilai tersebut diubah menjadi nilai reflektansi.
4. pada menu "*Edit Algorithm*" pilih *Edit Formula* ganti input1 dengan " $\pi * (Lmin1 + (Lmax1 - Lmin1/255)*i1) * dsquared / (ESUN1 * \cos(SZ))$;" masukan input data sesuai dengan nilai yang terdapat pada tabel yang telah

disediakan pada *handbook* landsat 7 ETM atau metadata yang tersedia pada setiap citra satelit.

5. lanjutkan proses hitungan pada band 1,2,3,4,dan 5 sehingga didapatkan nilai reflektansi dari tiap-tiap band. Kemudian *save*.



Gambar 3.9. Citra landsat 7 ETM hasil koreksi Radiometric

III.4.9. Pemotongan Citra (Cropping Citra)

Cropping atau pemotongan merupakan kegiatan memotong citra dengan tujuan memilih area yang diinginkan. Kegunaan daripada *cropping* adalah memperkecil ukuran *file* dari citra sehingga prosesing data menjadi lebih ringan dan cepat sesuai dengan kebutuhan data citra yang akan dianalisa.

Kegiatan *cropping* dapat dilakukan dengan dua cara yaitu memotong bentuk persegi dan menggunakan *region* sesuai dengan batas vektor yang diinginkan.

Pada pengolahan citra ini digunakan dengan mengimimport data vektor batas penelitian kedalam tampilan citra akan diperoleh lokasi penelitian yang dibatasi titik-titik pojok sebagai berikut :

Tabel 3.5. Koordinat Titik Batas Lokasi Penelitian

No Titik	Easting (E)	Northing (N)
1	210478.43	9105897.62
2	222536.61	9105990.37
3	222258.35	9089108.91
4	210663.94	9089201.66

Urutan kerjanya adalah sebagai berikut:

1. Pilih menu bar “*utilities*”.
2. Pilih sub menu *Import Data Vector and GIS Format*, kemudian *Import*
3. Selanjutnya masukkan file ***Batas.shp*** pada kolom *Import File* dan buat nama file hasil *import* pada kolom *Output Dataset Name*(***Batas.erv***)
4. Selanjutnya pilih datum horizontal WGS '84 dan sistem proyeksi UTM pada kolom *Map Projection*



Gambar 3.10. Citra landsat 7 ETM hasil pemotongan

III.5. Penentuan Zona Kedalaman DOP

Penentuan zona kedalaman dilakukan dengan menentukan terlebih dahulu nilai reflektansi maksimum pada perairan yang dalam dan jernih, karena diasumsikan bahwa gelombang elektromagnetik akan habis diserap sehingga tidak terjadi pantulan dari dasar perairan pada laut dalam yang jernih.

III.5.1. Menghitung Nilai Refleksi Tiap Band

Untuk menentukan nilai refleksi tiap band dilakukan langkah kerja, sebagai berikut.

1. mencari nilai refleksi pada laut terdalam, dengan asumsi pada daerah tersebut tidak terjadi pantulan gelombang elektro magnetik
2. Tampilkan citra dengan ER Mapper, buat poligon pada perairan yang hitam dan bersih, pada *Menu – Edit : Creat Region* (akan muncul toolbar baru), Klik *View – Geoposition*, kemudian Zoom area yang merupakan perairan yang dalam dan jernih.

Klik *Polygon* kemudian pilih *Tool Display/Edit Obyek Atribut – Apply – Close – Save*.

3. Melakukan perhitungan statistik klik *Traverse Window* pilih band yang diperlukan.
4. Kemudian simpan hasil tersebut dengan pilih *Print/Save – Klik File Only* - Ketik nama *file* dengan ekstensi *.xls* agar data tersebut dapat diakses ke Mikrosoft Excel.
5. buka Microsoft Excel kemudian cari nilai tertinggi (maks), terendah (min), dan rata-rata untuk setiap band.

	B	C	D	E	F	G
10	64.1104	38.2165	26.1015	11.7300	12.4800	
11	63.9736	38.3731	26.1015	11.5348	12.0696	
12	63.8369	38.5297	26.1015	11.3396	11.6792	
13	63.7001	38.6862	26.1015	11.1444	11.2887	
14	63.5990	38.7104	26.1676	11.0508	11.0661	
15	63.5990	38.3588	26.4212	11.2481	11.3197	
16	63.5990	38.0068	26.6749	11.4413	11.5734	
17	63.5990	37.6551	26.9286	11.6365	11.8271	
18	63.5990	37.3033	27.1823	11.8317	12.0808	
19	63.5560	37.0000	27.3822	12.0000	12.2726	
20	63.2438	37.0000	27.2454	12.0000	12.0774	
21	62.9317	37.0000	27.1087	12.0000	11.8822	
22	62.6196	37.0000	26.9719	12.0000	11.6870	
23	62.3074	37.0000	26.8352	12.0000	11.4918	
24	62.0021	36.9991	26.6984	11.9991	11.3016	

Gambar 3.11. Hasil Perhitungan Statistik dalam Excel

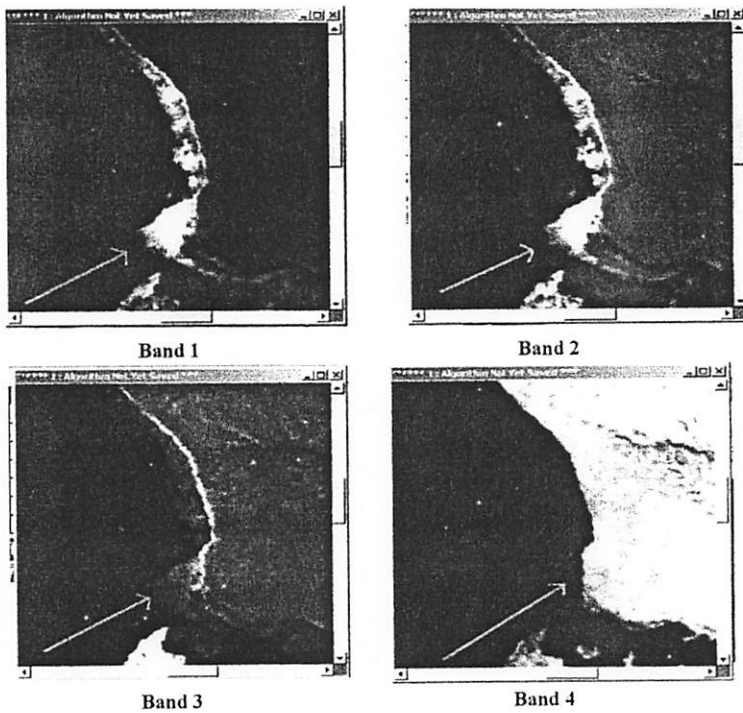
Tabel 3.6. Hasil Perhitungan nilai maksimum,minimum tiap band landsat

	LANDSAT BAND			
	1	2	3	4
MAKSIMUM REFLEKSI AIR DALAM (Ldep maks)	23	14	7	3
MANIMUM REFLEKSI AIR DALAM (Ldep min)	20	11	5	3
RATA2 REFLEKSI AIR DALAM	22	12	6	3

Setelah didapat nilai maksimal dengan formula kurangi nilai refleksi tiap-tiap band dengan nilai maksimal pada perairan dalam, sehingga akan didapatkan daerah yang benar-benar merupakan pantulan dari setiap band, adapun langkahnya sebagai berikut

1. pada menu utama pada menu “Edit Algorithm” ubah RGB menjadi *Pseudue Color*, ubah *Red* ,*Green*, *Blue*, menjadi *Pseudue Color* kemudian duplikat sebanyak 4 band.

2. pilih *Edit Formula*, kemudian kurangi nilai *INPUT1* tiap-tiap band dengan nilai reflektansi maksimal pada perairan dalam.
3. pilih menu *Edit transform* kemudian pilih *actual limits*, lanjutkan langkah tersebut ke 4 band, sehingga di dapat gambar yang benar-benar pantulan dari dasar perairan.



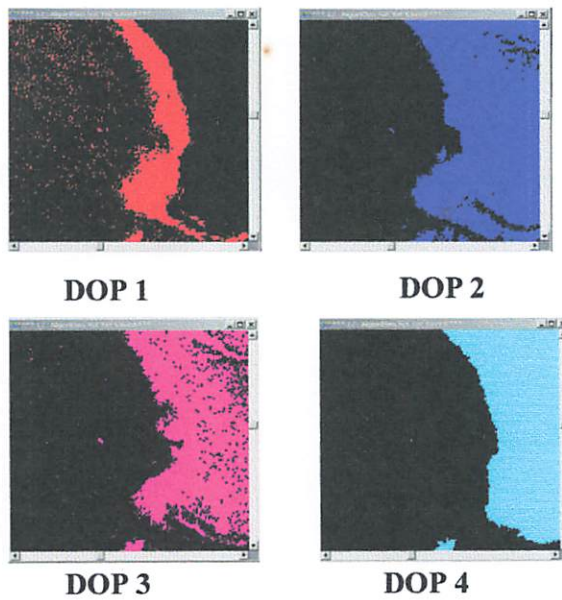
Gambar 3.12. kemampuan penetrasi tiap band

III.5.2. Menentukan Batasan Tiap Zona DOP

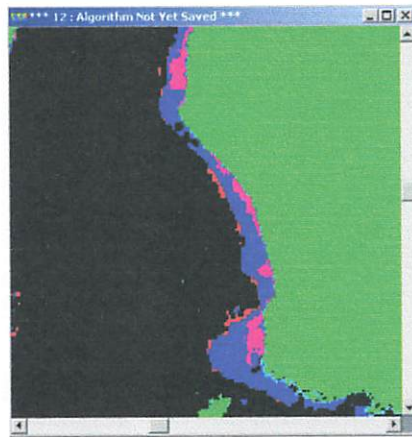
Tahap selanjutnya adalah menentukan batas zona DOP berdasarkan kemampuan penetrasi tiap-tiap band, adapun langkah kerjanya sebagai berikut:

1. tampilkan citra yang telah terkoreksi, pada menu "*Edit Algorithm*" ubah RGB menjadi *pseudocolor*.

2. ganti *red, green, blue*, menjadi *classification* pada masing-masing band. Ganti *classification* menjadi zona 1, pada band 1, zona 2 untuk band 2, zona 3 untuk band 3, dan zona 4 untuk band 4.
3. Lanjutkan langkah diatas pada zona 2, 3, dan 4 untuk mendapatkan empat zona-kedalaman dengan warna yang diinginkan.
4. Band 5 digunakan untuk menentukan batas antara daratan dan perairan, dimana band 5 terserap habis di daerah perairan
5. Untuk memperjelas tampilan tiap zona dapat digunakan menu *Edit Transform* dengan memilih Kesembilan icon disebelah kanan adalah berbagai jenis strech yang umum digunakan antara lain *transformasi linier, histogram equalisasi, gaussian*, dll. untuk mengetahui jenis transformasi untuk setiap icon letakkan *cursor* beberapa saat diatas *icon*.
6. Agar kenampakan warna pada masing-masing zona terlihat berbeda maka aturlah pewarnaan dengan memilih tombol *Set Colour* lalu pilih warna yang sesuai.
7. Setelah semua zona telah diberi warna, lakukan penyimpanan dengan menekan tombol *Save*.



Gambar 3.13. Zona- zona kedalaman dari masing-masing band



Gambar 3.14. hasil penggabungan 4 zona kedalaman

III.6. Interpolasi Kedalaman

Pada tahapan ini dilakukan pendugaan kedalaman maksimal masing-masing Zona, sesuai dengan karakteristik citra Landsat, penentuan kedalaman zona DOP dibagi dalam 4 zona kedalaman. Untuk menentukan batasan kedalaman tiap zona digunakan *training site* dengan acuan data lapangan Perhitungan nilai kedalaman maksimal setiap

band pada daerah *training site* diproses dengan menggunakan *ER mapper* dan *Microsoft Exel*.

(Data perhitungan dan tabel pasut dapat dilihat pada lampirna)

III.6.1. Penyesuaian Datum Vertikal

Untuk menentukan nilai kedalaman tiap zona diperlukan data lapangan untuk mendapatkan batas kedalaman yang sebenarnya. Penentuan kedalaman dilakukan dengan cara menghubungkan data citra dengan kondisi dilapangan, untuk itu diperlukan koreksi tinggi pasang surut, koreksi tinggi pasut dilakukan dengan penyamaan tinggi pasut seluruh titik pengukuran kedalaman dengan pasut saat citra dibuat. Yaitu waktu pada saat satelit Landsat melakukan pengambilan data pada daerah penelitian.

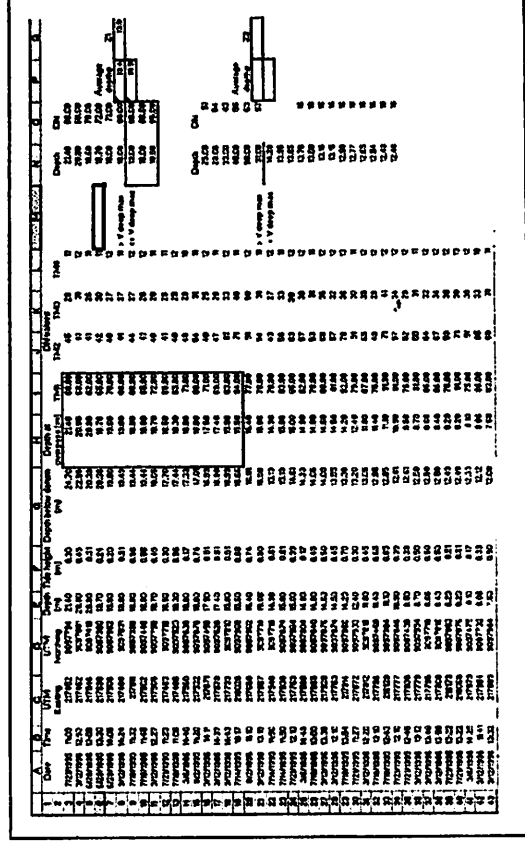
Hasil perhitungan koreksi pasut antara pengukuran waktu survei dan waktu satelit selain itu dihitung juga penetrasi maksimum tiap band untuk mendapatkan kedalaman yang sebenarnya berdasarkan nilai refleksi tiap band dan nilai kedalaman sesungguhnya, perhitungan dilakukan dengan menggunakan *microsoft Exel*.

Tabel 3.7. Tabel prediksi pasang-surut

GILIMANUK (BALI)

00:75 - 179:27		SEPTEMBER 2007																WAKTU : GMT-07.00		
J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	21	17	12	7	2	3	5	10	16	20	23	24	22	19	12	—	24	1	—	—
2	22	20	15	10	5	2	3	6	11	17	21	24	23	20	15	—	24	2	—	—
3	24	22	16	11	6	4	3	4	9	13	19	22	23	21	17	—	22	3	—	—
4	24	24	21	16	11	6	4	4	6	10	15	19	21	21	19	—	20	4	—	—
5	23	24	22	18	14	9	8	4	8	8	11	16	19	19	18	—	17	5	—	—
6	21	23	22	20	17	13	1	6	7	6	12	15	17	17	17	—	16	6	—	—
7	19	20	21	21	19	16	13	10	9	7	9	10	12	14	15	—	13	7	—	—
8	18	17	18	20	19	16	14	13	11	4	8	9	11	12	—	—	11	8	—	—
9	13	14	16	18	17	15	14	13	12	10	9	8	8	8	5	—	12	9	—	—
10	11	12	12	15	17	17	16	15	14	12	10	9	8	8	5	—	12	10	—	—
11	11	10	10	11	13	15	15	14	13	10	9	8	7	7	4	—	10	11	—	—
12	12	10	9	8	8	10	10	17	19	21	21	19	16	12	7	—	13	12	—	—
13	14	10	7	6	7	6	10	19	21	23	22	19	15	10	5	—	20	13	—	—
14	17	12	8	8	4	4	10	19	20	23	24	22	18	12	7	—	23	14	—	—
15	20	10	10	5	3	2	7	11	17	21	24	23	19	13	10	—	25	15	—	—
16	22	18	12	9	3	2	4	6	13	19	22	24	22	18	13	—	25	16	—	—
17	24	21	14	10	5	4	2	5	10	20	22	23	20	15	12	—	24	17	—	—
18	29	23	19	13	8	6	2	3	7	12	17	20	22	21	19	—	21	18	—	—
19	25	24	21	16	11	10	4	3	5	1	12	17	20	20	16	—	22	19	—	—
20	23	24	22	19	14	13	1	4	6	1	10	13	17	19	16	—	17	20	—	—
21	20	22	22	20	17	16	5	7	6	3	8	10	14	19	14	—	15	21	—	—
22	17	20	21	20	19	19	12	10	8	1	8	9	11	12	12	—	12	22	—	—
23	15	16	16	19	19	16	14	12	10	9	9	9	9	10	10	—	12	23	—	—
24	12	15	19	16	17	17	10	17	15	13	11	9	8	7	7	—	12	24	—	—
25	11	13	13	15	18	18	13	19	18	16	14	11	8	4	4	—	13	25	—	—
26	12	9	9	10	12	12	17	20	18	19	17	14	9	4	3	—	15	26	—	—
27	11	9	7	7	8	9	15	19	21	22	20	17	12	8	3	—	19	27	—	—
28	10	10	7	9	8	9	12	17	20	23	22	19	16	10	7	—	22	28	—	—
29	11	12	7	4	7	2	1	17	19	23	22	19	13	8	—	—	24	29	—	—
30	11	10	10	3	5	2	1	15	19	20	21	21	20	11	5	—	21	30	—	—

(Data perhitungan dan tabel pasut dapat dilihat pada lampiran)



Gambar 3.15. Hasil Perhitungan dengan microsoft exel.

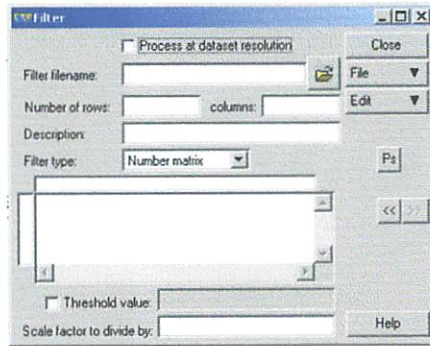
Tabel 3.8. Batas penetrasi kedalaman maksimum tiap band

	Kedalaman dlm meter (m)	LANDSAT BAND			
		1	2	3	4
kedalaman terdalam DN > Ldep mak		18.3	10.7	5.7	2.6
kedalaman terendah DN <= Ldep mak		11.7	5.7	4.5	0.0
Rata-Rata kedalaman batas pixels DN >Ldep mak		16.7	7.7	4.8	2.2
Rata-Rata kedalaman batas pixels DN = Ldep mak		13.6	7.0	4.8	1.4
kedalaman perkiraan (z)		15.1	7.3	4.8	1.8

III.6.2. Proses Filtering

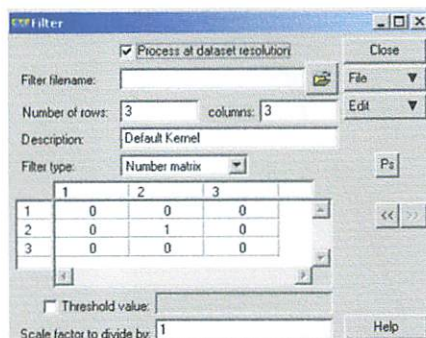
Metode Filtering digunakan untuk memperjelas batas tiap band dan memperhalus tampilan gambar disini digunakan filter standard threshold 3x3 yang telah tersedia pada menu Er Mapper, adapun langkah kerjanya:

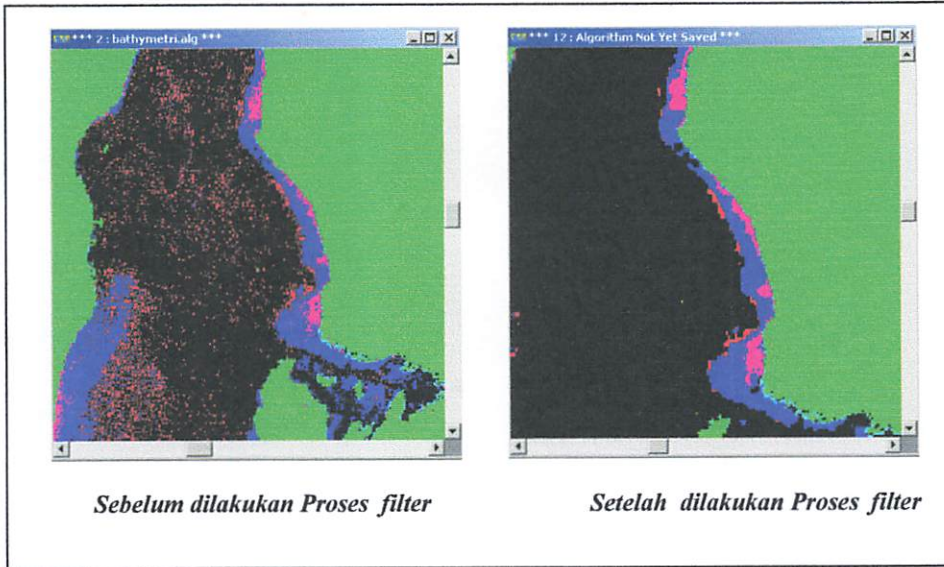
1. pada pada menu “*Edit Algorith*m” pilih *Edit filter* maka akan muncul tampilan menu seperti :



Gambar 3.16. Tampilan Filter.

2. pada *menu file* pilih *load* maka secara langsung akan masuk pada ER Mapper data, kemudian pilih *folder kernel*.
3. pada folder kernel terdapat sub folder, pilih sub folder *filters_standard* di dalam sub folder *filters_standard* terdapat bermacam menu pilihan filter yang dapat digunakan untuk proses pengolahan citra.
4. pilih *tresh3.ker* untuk menampilkan filter *standard threshold 3x3*. kemudian pilih *OK*.
5. lakukan langkah ini pada masing-masing zona sehingga didapatkan zona kedalaman yang lebih jelas serta gangguan *noise* dapat di hilangkan.
6. simpan file hasil filter *standard threshold 3x3* dengan menekan tombol *save*. file disimpan dalam bentuk format "alg"

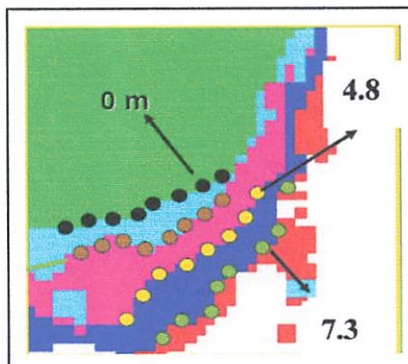




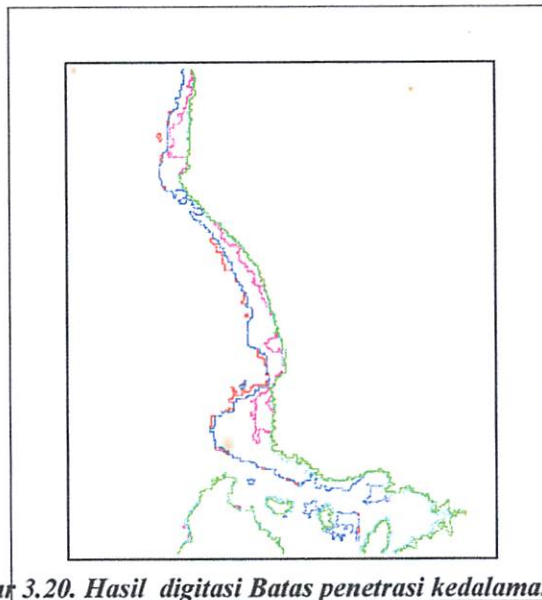
Gambar 3.18. Hasil Filter standard threshold 3x3

III.6.3. Proses Digitasi

Selanjutnya setelah diketahui kedalaman maksimum tiap zona dilakukan proses digitasi untuk memberikan nilai kedalaman pada batas-batas zona. Contohnya batas zona 3 dan zona 4 atau kedalaman maksimal zona 3 adalah 4.8 m pada batas ini dilakukan proses digitasi sepanjang batas dan diberi nilai kedalaman 4.8 m, demikian juga band lainnya. Proses ini dilakukan dengan menggunakan *AutoCad*. Hasil pengolahan citra di import kedalam format *AutoCad* untuk selanjutnya dilakuakn proses digitasi.



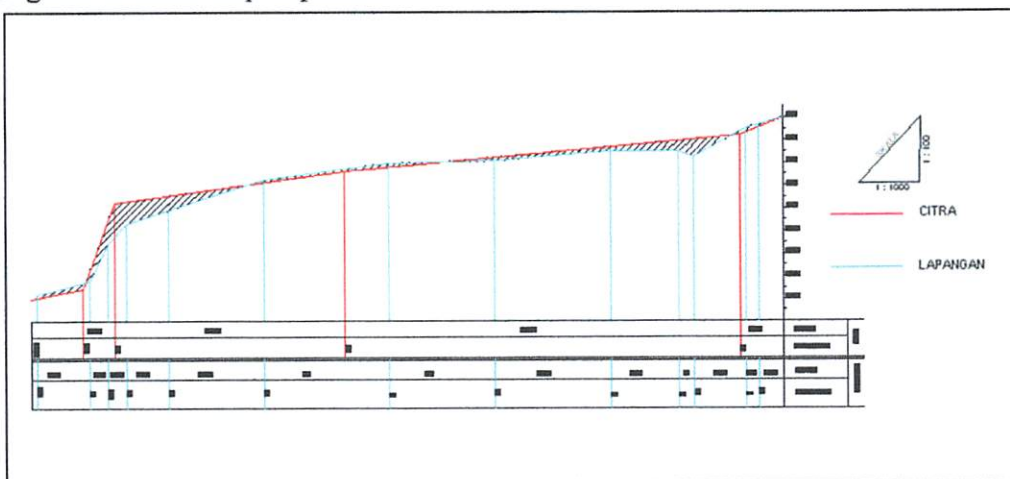
Gambar 3.19. Proses digitasi Batas penetrasi kedalaman tiap band



Gambar 3.20. Hasil digitasi Batas penetrasi kedalaman tiap Zona

III.7. Uji ketelitian

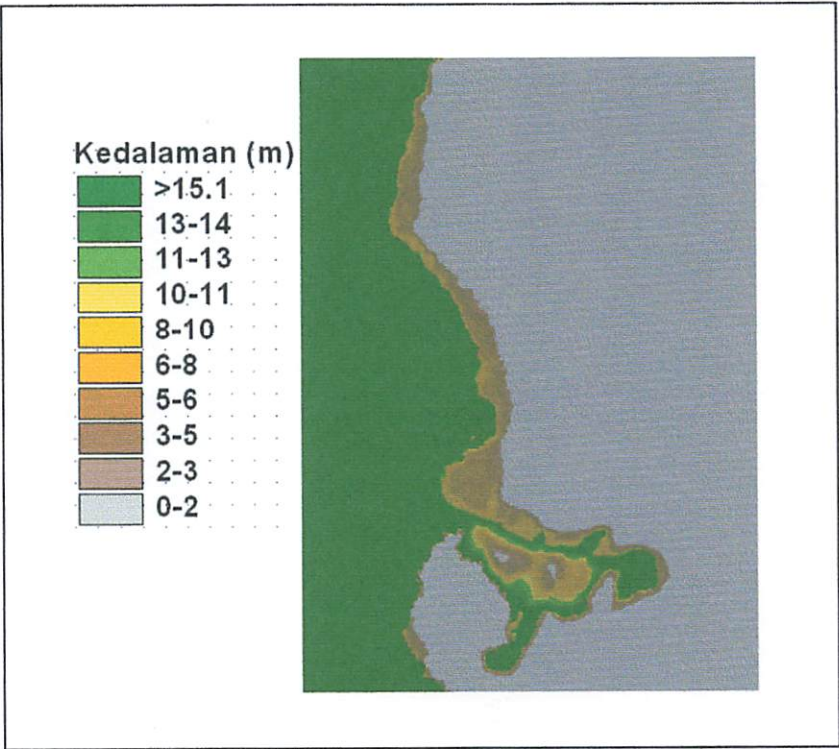
Pengamatan Data kedalaman di lokasi pengamatan diukur dengan cara yang sangat sederhana, yaitu menggunakan seutas tali yang telah diberi tanda kedalaman dan pada ujungnya diikatkan sebuah pemberat (± 2 kg). Posisi koordinat setiap titik pada saat pengukuran kedalaman dicatat dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*). Dari data kedalaman survey lapangan kemudian diolah dan dilakuakn tupang susun ke dalam citra lalu dianalisa apakah kedalaman hasil survey lapangan sesuai dengan kedalaman tiap-tiap zona.



Gambar 3.21. Hasil tumpang susun titik survey lapangan

III.8. Pembuatan Kelas Kedalaman

Pembuatan kelas kedalaman dilakukan dengan menggunakan *spatial analyst* (*Arcview*). Hasil dari proses digitasi disimpan dalam format "dxf". Kemudian dilakukan pengolahan untuk menampilkan kelas-kelas kedalaman. Untuk dapat membaca format "dxf" dan lainya terlebih dahulu diaktifkan *extensions* pada *Arcview* yaitu *Cad Reader* untuk menampilkan data Autocad, *IMAGINE Image Support* untuk menampilkan data Citra Satelit dan *JPEG (JFIF) Image Support* untuk menampilkan data gambar (jpg, bmp dll).



Gambar 3.22. kedalaman perairan dangkal

BAB IV

PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN

IV.1. Analisa Pengolahan Data Digital

Pengolahan citra digital bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra dengan cara melakukan koreksi radiometrik, geometrik, dan penajaman sehingga menghasilkan citra yang siap digunakan untuk menyajikan informasi sesuai dengan bidang yang dikaji.

Pada penelitian ini dalam proses koreksi citra sampai pada proses pembuatan zona kedalaman digunakan perangkat lunak ER mapper 7.0, AutoCad 2005 digunakan untuk proses digitasi, Microsof Excel 2003 untuk perhitungan data kedalaman, dan Arc View 3.3 untuk pembuatan kelas kedalaman dan tampilan peta, Penelitian ini memanfaatkan data penginderaan jauh berupa Citra satelit Landsat7 ETM+ untuk pembuatan peta kedalaman perairan dangkal.

IV.2. Analisa Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik dilakukan untuk menghilangkan kesalahan atmosfer dan memperbaiki kualitas citra. Citra di koreksi dengan cara merubah *nilai digital number* (DN) tiap piksel menjadi nilai reflektansi berdasarkan *handbook* Landsat 7 ETM. Terlebih dahulu DN diubah ke radiasi dengan menggunakan formula. Kemudian nilai reflektansi tiap band dikurangi dengan nilai reflektansi pada perairan dalam untuk mengurangi pengaruh kualitas air dan *error path radiance* atau pengaruh atmosfer. Sehingga akan didapatkan daerah yang benar-benar merupakan pantulan dari setiap band.

Dari hasil yang didapat maka akan terlihat perbedaan antara pengolahan citra yang berbasis digital number dan yang berbasis refleksi, pada citra yang berbasis digital number banyak terlihat *noise* yang merupakan kesalahan akibat kesalahan atmosfer dan kolom air.

IV.3 Analisa Koreksi Geometrik Citra

Untuk mengurangi kesalahan yang disebabkan oleh sensor, wahana dan obyek yang direkam, maka citra perlu untuk dilakukan koreksi geometrik. Data Citra Landsat7 ETM+ harus dikoreksi geometrik terhadap sistem koordinat bumi. Dalam hal ini menentukan obyek pada sistem koordinat bumi pada Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 25.000 diterbitkan oleh BAKOSURTANAL yang posisinya sama dengan obyek pada citra, hal ini disebut dengan "*Rektifikasi*" yaitu proses koreksi geometrik antara citra belum terkoreksi dengan peta topografi (*Image to Map*). Karena citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra Landsat7 ETM+ yang memiliki resolusi spasial 30 meter, maka ketelitian GCP (*Ground Control Point*) yang diharapkan adalah 30 meter, sesuai resolusi citra Landsat7 ETM+ yang digunakan.

Jumlah titik kontrol lapangan yang digunakan sebanyak 66 titik, maka dapat dihitung kesalahan RMS (*Root Mean Square*) dari koreksi yang dilakukan :

Ukuran pixel Landsat7 ETM+ : 30 meter

Jumlah titik sekutu : 66 titik

Total nilai RMS error : 11.8141

RMS rata-rata : 0.242615

Jadi besarnya nilai kesalahan (*RMS error*) untuk koreksi geometri adalah 0.242615. sehingga diperoleh $\text{RMS Citra} = 0.242615 \times 30 \text{ m (piksel landsat)} = 7.278\text{m}$.

Artinya diperoleh ketelitian koreksi geometrinya sebesar 7.278 m

Piksel landsat memiliki ukuran 30 x 30 m dan hasil dari koreksi geometri sebesar 7.278m masuk dalam batasan toleransi koreksi geometri untuk landsat

Tabel 4.1. Titik sekutu koreksi geometri

Point	Cell-X	Cell-Y	Cell-X	Cell-Y	RMS
1	4388.134	1611.748	4369.314	1610.888	0.0545
2	4596.988	2033.692	4597.608	2035.368	0.0129
3	4814.455	2016.454	4614.691	2015.849	0.0450
4	4832.842	2031.194	4832.824	2030.098	0.1772
5	4680.657	2066.918	4681.383	2067.027	0.3340
6	4665.918	2093.398	4667.382	2092.584	0.2758
7	4641.435	2106.639	4643.874	2105.201	0.0305
8	4702.891	2190.078	4704.032	2180.212	0.1489
9	4714.882	2199.321	4716.039	2196.552	0.3888
10	4693.398	2168.844	4694.959	2168.882	0.1617
11	4699.393	2182.334	4700.408	2182.335	0.0152
12	4749.107	2213.811	4749.952	2214.411	0.0363
13	4804.317	2254.531	4805.406	2254.608	0.0816
14	4881.781	2290.771	4884.612	2288.159	0.4450
15	5048.957	2338.218	5048.571	2332.736	0.5772
16	5048.810	2345.158	5043.816	2343.453	0.4007
17	4984.068	2497.841	4979.930	2498.935	0.4098
18	4960.816	2502.352	4961.706	2503.918	0.1013
19	5010.788	2491.595	5011.841	2493.189	0.1108
20	5014.256	2509.292	5013.056	2509.997	0.5783
21	5054.858	2472.509	5058.934	2473.099	0.5749
22	5040.675	2475.632	5041.889	2477.515	0.3604
23	5176.309	2498.188	5176.282	2500.689	0.2503
24	5251.235	2488.098	5248.900	2487.177	0.0611
25	5113.849	2514.102	5113.584	2515.392	0.1585
26	5214.134	2492.642	5212.267	2493.623	0.2231
27	5596.911	2493.238	5590.949	2492.106	0.3657
28	5588.236	2505.035	5582.348	2504.008	0.2157
29	5681.112	2521.345	5682.725	2522.893	0.5821
30	5645.149	2519.263	5642.174	2519.266	0.3813
31	5850.938	2589.383	5846.738	2589.230	0.1507
32	5818.235	2584.158	5812.491	2583.808	0.0328
33	5797.842	2572.359	5798.221	2572.047	0.5621
34	6314.571	2887.335	6318.637	2889.171	0.3613
35	6317.694	2868.029	6324.271	2873.506	0.1507
36	6596.707	3102.275	6599.223	3101.532	0.4328
37	6590.743	3090.823	6562.321	3088.527	0.1601
38	6628.287	3130.731	6630.555	3129.429	0.0684
40	6677.912	3170.640	6678.162	3169.711	0.0751
40	5625.368	1658.198	5624.248	1655.417	0.2279
41	5540.682	1638.499	5539.454	1638.412	0.1695
42	5656.960	1668.357	5658.097	1667.726	0.1388
43	5022.415	1488.875	5024.592	1488.793	0.1808
44	5029.009	1489.389	5028.976	1489.646	0.2791
45	5070.659	1487.417	5070.840	1488.678	0.3813
46	4820.418	1502.688	4820.965	1502.725	0.1507
47	4831.989	1495.400	4831.995	1496.223	0.0328
48	4820.418	1517.960	4818.932	1518.243	0.0751
48	4809.656	1508.242	4809.636	1508.350	0.2279
50	4819.374	1531.496	4818.892	1532.683	0.1695
51	4798.203	1499.218	4798.181	1499.341	0.1388
52	4732.605	1548.158	4733.557	1549.463	0.1695
53	4507.520	1369.890	4507.374	1369.863	0.1388
54	4456.847	1365.378	4457.156	1365.171	0.3715
55	4374.937	1363.990	4374.876	1363.880	0.1248
56	4403.397	1361.213	4403.734	1361.083	0.3608
57	4631.774	1376.831	4632.003	1376.768	0.2374
58	4646.699	1354.966	4646.683	1354.732	0.3678
59	4692.860	1358.089	4693.104	1357.984	0.2684
60	4618.932	1360.172	4618.318	1360.450	0.4751
61	4380.682	1498.849	4380.711	1498.673	0.0378
62	4391.442	1528.350	4391.480	1528.977	0.6279
63	4388.318	1515.856	4388.180	1516.403	0.5695
64	4380.419	1631.830	4380.399	1631.834	0.0199
65	4348.405	1643.283	4348.927	1643.152	0.5388
66	4379.223	1732.281	4379.223	1732.293	0.0118

IV.4. Analisa Pembuatan zona DOP

Secara umum penentuan kedalaman perairan dangkal dengan metode kolom air atau *Depth Of Penetration Zones*, DOP melalui 2 tahapan, yaitu: penentuan zona DOP dan interpolasi kedalaman. Sesuai dengan karakteristik citra Landsat, penentuan zona DOP dibagi dalam 4 zona, sebagai disajikan dalam Tabel 4.2. Untuk menentukan batasan kedalaman tiap zona digunakan *training site* dengan acuan data lapangan hasil survei. Perhitungan statistik dengan menggunakan perangkat lunak ER mapper dan Microsoft Exel dapat dihasilkan nilai minimal dan maksimal setiap band pada daerah training site yang dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.2. kemampuan band landsat menembus air

DOP Zone	Kedalaman (m)
DOP 1	15 - 25
DOP 2	5 - 15
DOP 3	1 - 5
DOP 4	0 - 1

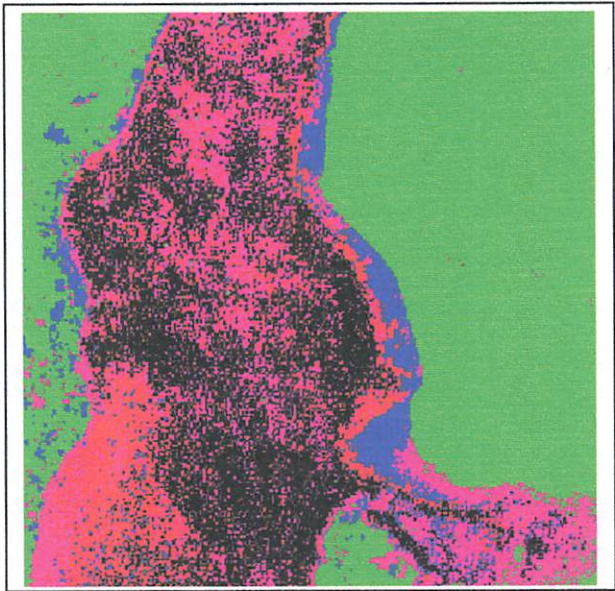
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan nilai maksimum,minimum tiap band landsat

	LANDSAT BAND			
	1	2	3	4
MAKSIMUM REFLEKSI AIR DALAM (Ldep maks)	23	14	7	3
MANIMUM REFLEKSI AIR DALAM (Ldep min)	20	11	5	3
RATA2 REFLEKSI AIR DALAM	22	12	6	3

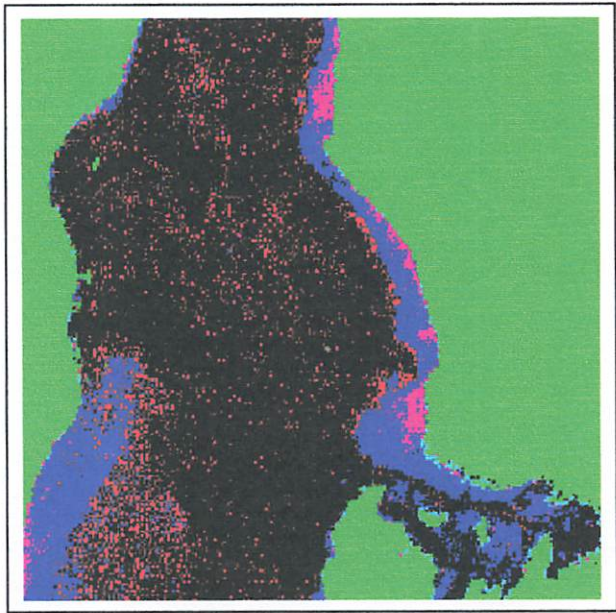
Nilai maksimum refleksi pada perairan dalam secara ideal seharusnya bernilai "nol" karena diasumsikan pada daerah perairan yang dalam gelombang elektromagnetik terserap habis oleh tubuh air sehingga tidak terjadi pantulan dari dasar perairan. tetapi

akan bernilai seperti hasil yang didapat karena disebabkan pengaruh kualitas air dan *error path radiance* atau pengaruh atmosfer.

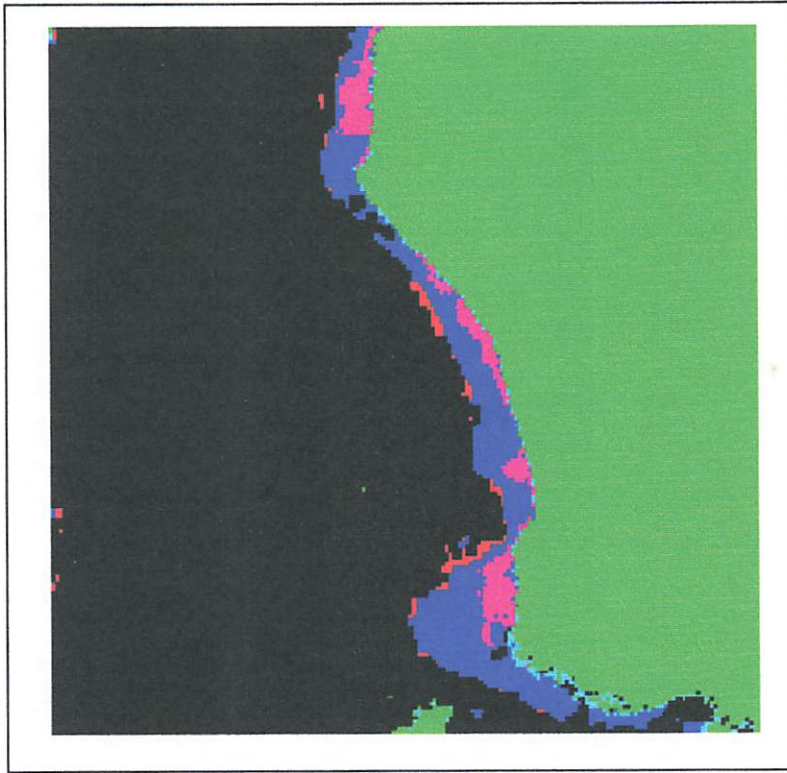
Nilai tersebut digunakan untuk mengurangi nilai refleksi tiap band, sehingga di dapatkan daerah yang benar-benar merupakan pantulan dari dasar perairan.



Gambar 4.1. Daerah DOP Berdasarkan nilai digital number



Gambar 4.2. Daerah DOP Berdasarkan nilai reflektansi



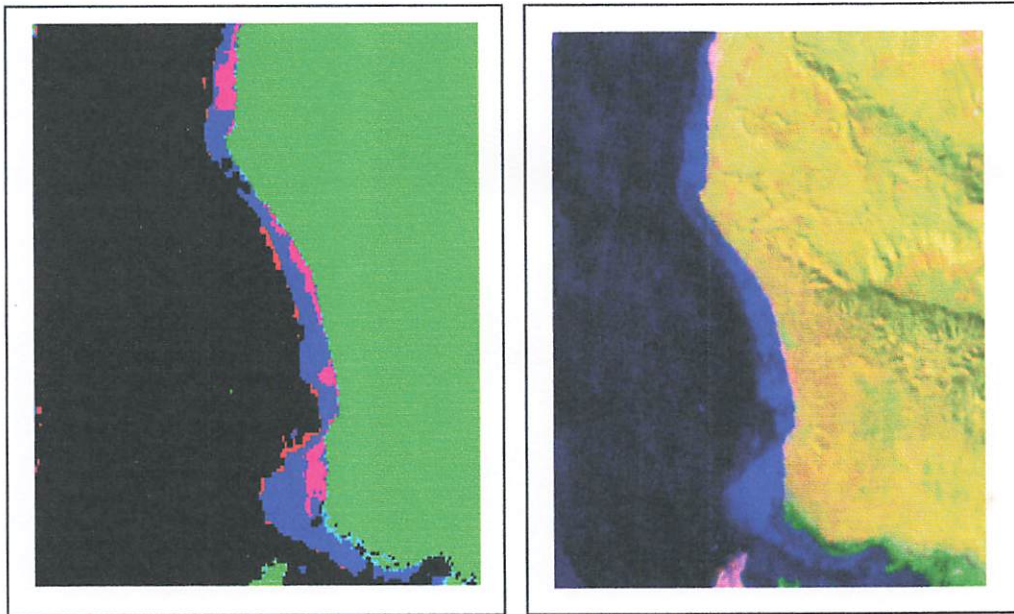
Gambar 4.3. Daerah DOP. Berdasarkan nilai reflektansi yang difilter satndard threshold 3x3.

Gambar 4.3. memperlihatkan daerah DOP atau batas penetrasi kedalaman untuk setiap band yang telah mengalami perlakuan *filter standard therhold 3x3*.. Gambar 4.1 adalah daerah DOP yang diperoleh dari digital number, dan gambar 4.2. adalah daerah DOP dari nilai reflektansi.

Bila dibandingkan antara gambar 4.1 dan gambar 4.2 maka terlihat bahwa daerah DOP dari nilai digital number mempunyai *noise* yang sangat besar, sedangkan daerah DOP dari nilai reflektansi mempunyai *noise* yang rendah dan relative bersih. Bahkan terlihat DOP untuk band 4 menjadi lebih jelas pada hasil gambar yang menggunakan nilai reflektansi. Berdasarkan (*Jupp,1988*), band 4 mempunyai kemampuan penetrasi kedalaman mencapai sekitar 1 meter, yang berarti bahwa band 4 terbukti dapat digunakan untuk prediksi kedalaman dasar perairan. Dari hasil ini terlihat

bahwa *noise* dapat dikurangi dengan melakukan koreksi radiometric, yaitu dengan merubah nilai digital number menjadi nilai reflektansi, dan kemudian melakukan penentuan batas DOP.

Untuk memperjelas batas DOP tiap band, dilakukan beberapa macam proses filterisasi dengan menggunakan *filter standard threshold 3x3*, *5x5*, dan *fileter sharpened*. Diperoleh hasil bahwa *filter standard threshold 3x3* dapat memperjelas batas DOP tanpa terjadi perubahan yang signifikan terhadap letak piksel. Hasil *filter standard threshold 3x3* diperlihatkan pada gambar 4.1. selanjutnya daerah DOP dari masing-masing band ditampilkan dengan warna yang berbeda, untuk memperlihatkan kemampuan masing-masing band menembus kolom air. Band 5 diserap habis oleh perairan sehingga warna hijau hanya menampilkan batas daratan. Sedangkan band 4 masih dapat menembus kolom air, dimana batas DOP maksimum untuk band 4 diperlihatkan dengan garis batas antara warna cyan dan merah muda pada daerah DOP band 3. Batas DOP maksimum band 3 diperlihatkan dengan garis batas antara warna merah muda dan warna biru pada daerah DOP band 2, demikian pula untuk batas DOP maksimum band 2 diperlihatkan dengan garis batas antara warna biru dengan warna merah pada daerah DOP band 1.



*Gambar 4.4. Tampilan zona kedalaman data landsat dengan kenampakan citra landsat
RGB 542*

Batas maksimum untuk band 1 sulit diidentifikasi karena kontur dasar perairan yang curam pada tepi karang. Ini terlihat pada kenampakan yang berbeda pada citra RGB 542 dari warna biru terang dimana cahaya masih mampu menembus dasar perairan menjadi warna biru gelap/hitam dimana cahaya tidak dapat menembus dasar perairan.

Kemudian ditentukan nilai kedalaman yang sebenarnya pada tiap batas DOP maksimum dengan menggunakan data lapangan. Karena peta dan data lapangan di buat berdasarkan batas pasut terendah maka turut diperhitungkan kondisi pasut saat pengambilan data landsat, dimana penetrasi kedalaman untuk setiap band adalah penjumlahan antara nilai kedalaman pada batas DOP maksimum dan nilai pasut saat pengambilan data landsat.

Dari data hasil survei lapangan diperoleh data kedalaman dan nilai refleksi untuk band 2 ditunjukkan pada tabel 4.4, dan didapatkan nilai kedalaman maksimal untuk band 2 sebesar 7.3 m

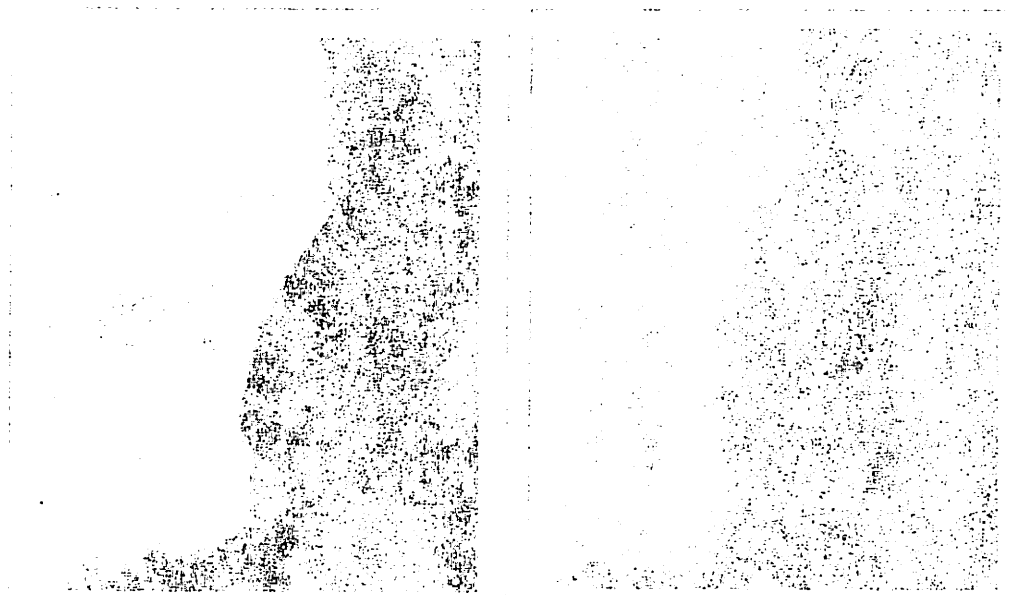


Figure 1. Two photographs of a dark, textured surface, possibly a rock or soil sample, showing irregular shapes and patterns.

The first photograph shows a dark, irregularly shaped object with a rough, textured surface. The second photograph shows a similar object, but with a more uniform, granular texture.

The first photograph shows a dark, irregularly shaped object with a rough, textured surface. The second photograph shows a similar object, but with a more uniform, granular texture. The objects appear to be samples of a material, possibly a rock or soil, and the differences in texture suggest different conditions or treatments.

The first photograph shows a dark, irregularly shaped object with a rough, textured surface. The second photograph shows a similar object, but with a more uniform, granular texture. The objects appear to be samples of a material, possibly a rock or soil, and the differences in texture suggest different conditions or treatments.

The first photograph shows a dark, irregularly shaped object with a rough, textured surface. The second photograph shows a similar object, but with a more uniform, granular texture. The objects appear to be samples of a material, possibly a rock or soil, and the differences in texture suggest different conditions or treatments.

The first photograph shows a dark, irregularly shaped object with a rough, textured surface. The second photograph shows a similar object, but with a more uniform, granular texture. The objects appear to be samples of a material, possibly a rock or soil, and the differences in texture suggest different conditions or treatments.

Tabel.4.4. perhitungan kedalaman maksimal untuk band 2

Depth refleksi			
	6.1	17	
	6.1	16	
	10.7	16	
	8.0	17	
	7.2	17	
> V deep max	8.3	16	
		Average depths	Z2
		7.7	7.3
= V deep max	7.7	14	
	7.0	13	
	7.2	13	
	6.5	13	
	6.3	14	
	6.0	13	
	5.8	13	
	5.7	13	
	8.1	13	
	9.3	12	

Tabel 4.5. Batas penetrasi kedalaman maksimum tiap band

Kedalaman dlm meter (m)	BAND CITRA LANDSAT			
	1	2	3	4
kedalaman terdalam refleksi > Ldep mak	18.4	10.7	5.2	2.7
kedalaman terendah refleksi <= Ldep mak	11.5	5.5	3.9	0.0
Rata-Rata kedalaman batas refleksi >Ldep mak	16.3	7.5	4.6	2.2
Rata-Rata kedalaman batas refleksi = Ldep mak	13.6	7.0	4.4	1.4
kedalaman perkiraan (z)	15.1	7.3	4.8	1.8

Nilai ini tidak terlalu berbeda dengan nilai penetrasi kedalaman yang telah dilaporkan oleh beberapa penelitian sebelumnya terhadap Landsat 5 TM (*Jerlov (1976) dan Jupp (1988)*). Perbedaan mungkin terjadi karena kondisi substrat dasar perairan dan sensitivitas standart deviasi (*error*) menjadi semakin besar untuk band-band yang mempunyai penetrasi tinggi.

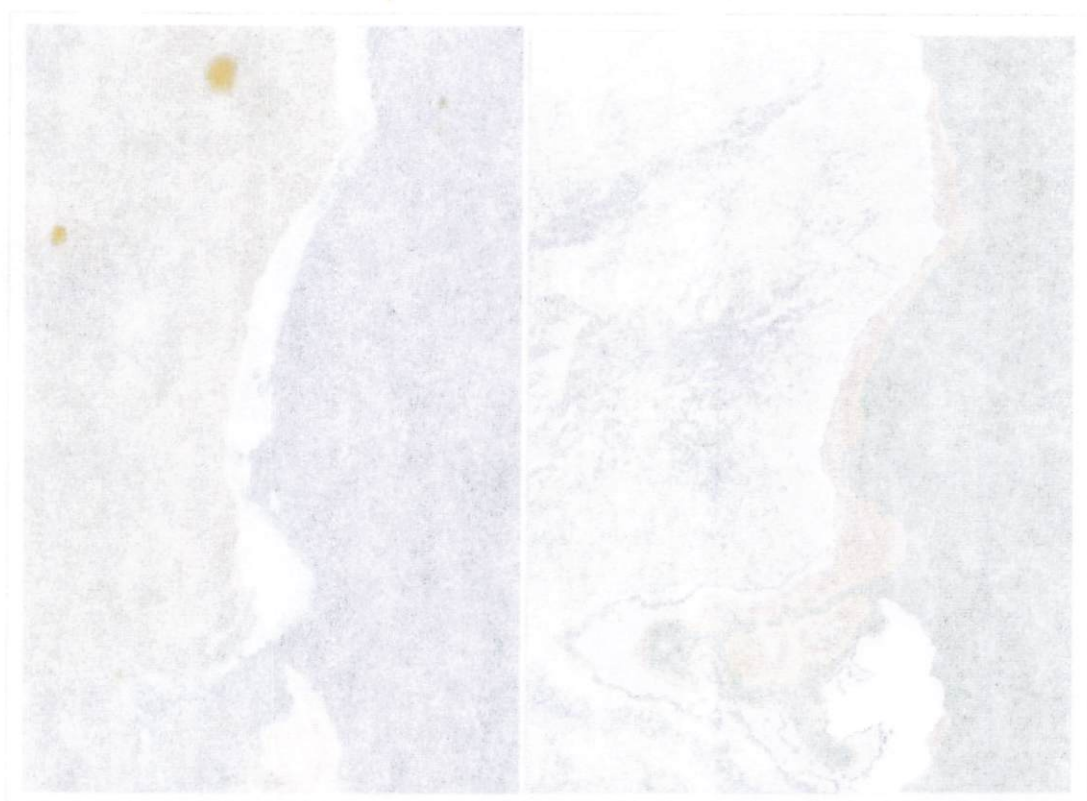
Pembuatan kelas kedalaman dilakukan dengan proses interpolasi TIN menggunakan metode dengan kondisi *setting* yang sama (software: Arcview 3.3). Range kedalaman berkisar dari 0 meter sampai dengan 15 meter. Terlihat bahwa kedalaman dari data citra mempunyai pola yang lebih bervariasi .



Gambar 4.3. Kenampakan antara kedalaman data landsat dengan kenampakan citra landsat RGB 321

Kenampakan hasil kedalaman citra dengan data citra RGB 321 yang telah di *stretching* atau diperjelas sehingga menampilkan daerah perairan dangkal memperlihatkan bahwa hasil kedalaman dari citra mempunyai pola yang lebih sesuai dengan penampakan perairan dangkal pada citra RGB 321. selain itu, hasil kedalaman dari data citra dapat mengidentifikasi daerah perairan dangkal yang terdapat di lepas pantai.

kehidupan sosial kehidupan di Indonesia dengan proses pembangunan 117
 menggunakan metode dengan 10 (sepuluh) orang ahli (Gibson, 1993). Hasilnya
 kehidupan berkeadilan dari 10 orang ahli dengan 10 orang ahli kehidupan
 dari data yang mempunyai pola yang lebih bervariasi.



Gambar 4.1. Keempat, 10 orang kehidupan yang berbeda dengan kehidupan yang
 berbeda 10 orang ahli.

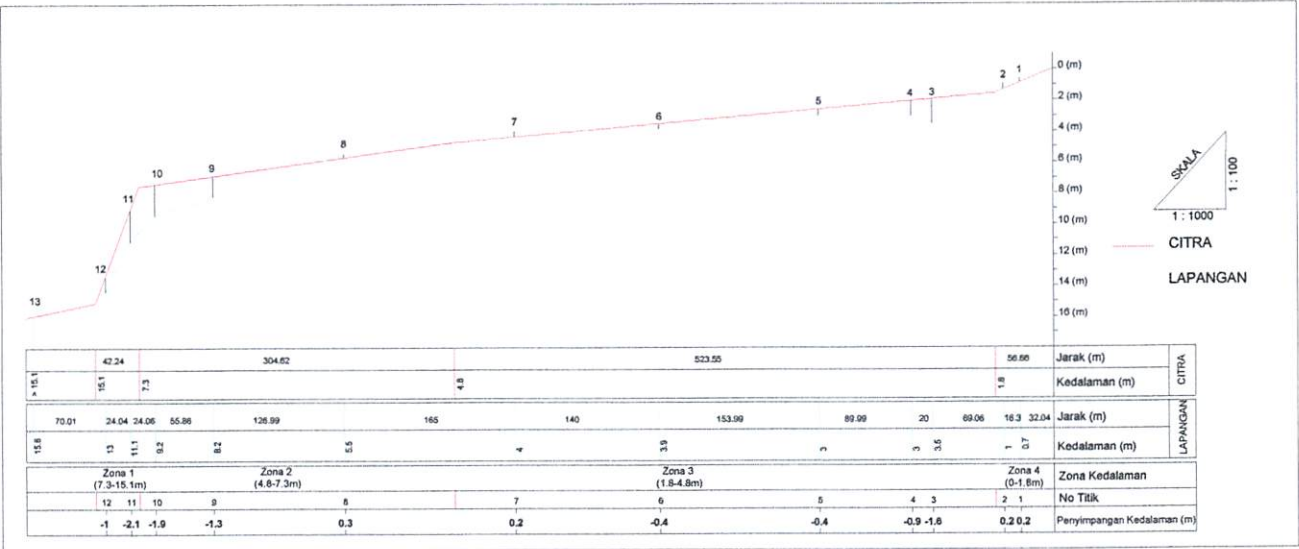
Keempat, 10 orang kehidupan yang berbeda 10 orang ahli 10 orang ahli 10
 orang ahli yang berbeda 10 orang ahli 10 orang ahli 10 orang ahli 10 orang ahli
 kehidupan yang berbeda 10 orang ahli 10 orang ahli 10 orang ahli 10 orang ahli
 dengan kehidupan yang berbeda 10 orang ahli 10 orang ahli 10 orang ahli 10 orang ahli
 dari data yang mempunyai pola yang lebih bervariasi.

IV.5. Analisa uji ketelitian.

Tujuan uji ketelitian interpretasi adalah mengukur keakuratan atau ketelitian penelitian yang telah dilakukan dengan cara verifikasi lapangan. Dalam penelitian ini, verifikasi dilakukan hanya untuk memastikan kedalaman tiap zona sesuai dengan kedalaman yang sebenarnya dilapangan..

Data kedalaman di lokasi pengamatan diukur dengan cara yang sangat sederhana, yaitu menggunakan seutas tali yang telah diberi tanda kedalaman dan pada ujungnya diikatkan sebuah pemberat ($\pm 2\text{ kg}$). Posisi koordinat setiap titik pada saat pengukuran kedalaman dicatat dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*), karena ada perbedaan waktu antara data survei dan data satelit maka dilakukan reduksi terhadap tabel pasut sesuai dengan waktu satelit, sehingga didapatkan kedalaman yang sudah terkoreksi terhadap chart datum.

Gambar berikut berikut menunjukkan perbedaan antara hasil interpretasi citra dengan keadaan dilapangan.



Gambar 4.4. Tumpang tindih (overlay) dataukuran lapangan dengan hasil analisa citra Landsat

Tabel 4.6. Perbedaan Hasil Interpretasi dengan Hasil Verifikasi Lapangan

ZONA 4 Kedalaman air antara 0 m sampai 1.8 m

NO	KORDINAT		KEDALAMAN	AIR (m)	penyimpangan (m)	penyimpangan rata-rata (m)
	X	Y	CITRA	LAPANGAN		
1	218332	9097897	0.9	0.7	0.2	0.2
2	218312	9097890	1.2	1	0.2	
JUMLAH					0.4	

Penyimpangan pada zona 4

$$\frac{0.4}{2} \times 100\% = 10\%$$

Tingkat kepercayaan pada zona 4

$$100\% - 10\% = 90\%$$

ZONA 3 Kedalaman air antara 1.8 m sampai 4.8 m

NO	KORDINAT		KEDALAMAN	AIR (m)	penyimpangan (m)	penyimpangan rata-rata (m)
	X	Y	CITRA	LAPANGAN		
1	218222	9097880	1.9	3.5	-1.6	0.6
2	218068	9097876	2.1	3	-0.9	
3	217928	9097876	2.6	3	-0.4	
4	217763	9097874	3.5	3.9	-0.4	
5	217636	9097874	4.2	4	0.2	
JUMLAH					-3.1	

Penyimpangan pada zona 3

$$\frac{3.1}{5} \times 100\% = 12.40\%$$

Tingkat kepercayaan pada zona 3

$$100\% - 12.40\% = 87.6\%$$

ZONA 2 Kedalaman air antara 4.8 m sampai 7.3 m

NO	KORDINAT		KEDALAMAN	AIR (m)	penyimpangan (m)	penyimpangan rata-rata (m)
	X	Y	CITRA	LAPANGAN		
1	217580	9097875	5.8	5.5	0.3	0.9
2	217532	9097878	6.9	8.2	-1.3	
3	217462	9097881	7.3	9.2	-1.9	
JUMLAH					-2.9	

Penyimpangan pada zona 2

$$\frac{2.9}{3} \times 100\% = 32.22\%$$

Tingkat kepercayaan pada zona 2

$$100\% - 32.22\% = 67.78\%$$

ZONA 1 Kedalaman air antara 7.3 m sampai 15.1 m

NO	KORDINAT		KEDALAMAN	AIR (m)	penyimpangan (m)	penyimpangan rata-rata (m)
	X	Y	CITRA	LAPANGAN		
1	217795	9097718	9	11.1	-2.1	1.5
2	217900	9097816	13.2	14.2	-1	
JUMLAH					-3.1	

Penyimpangan pada zona 1

$$\frac{3.1}{2} \times 100\% = 77.50\%$$

Tingkat kepercayaan pada zona 1

$$100\% - 77.5\% = 22.5\%$$

Tabel 4.7. Matriks Uji Ketelitian interpretasi citra dengan data lapangan

Kategori Hasil Interpretasi	Zona 1 (0 - 1.8m)	Zona 2 (1.8 - 4.8m)	Zona 3 (4.8 - 7.3m)	Zona 4 (7.3 -15.1m)	>15.1	Jumlah
Kategori Hasil Lapangan	Jumlah titik yang sesuai	Jumlah titik yang sesuai	Jumlah titik yang sesuai	Jumlah titik yang sesuai	Jumlah titik yang sesuai	
Zona 1 (0 - 1.8m)	2					
Zona 2 (1.8 -4.8m)		4				
Zona 3 (4.8 -7.3m)			2			
Zona 4 (7.3 -15.1m)				1		
>15.1					1	
JUMLAH						10

Nilai yang tercantum merupakan nilai hasil analisa citra yang sesuai dengan data hasil survei lapangan.

Ketelitian seluruh hasil klasifikasi adalah :

$$= \frac{\text{Hasil yang sesuai dengan data lapangan}}{\text{Jumlah lokasi pengamatan}} * 100\%$$

$$= \frac{10}{13} * 100\%$$

$$= 0.78 * 100\%$$

$$= 78 \%$$

Jadi ketelitian keseluruhan hasil interpretasi sebesar 78%.

Perbedaan antara hasil interpretasi citra satelit Landsat7 ETM+ dengan hasil verifikasi lapangan mungkin disebabkan oleh kondisi dasar perairanan yang telah banyak mengalami perubahan, mengingat selang waktu antara waktu pembuatan citra dan verifikasi lapangan cukup lama, selain itu terdapat faktor lain yang berpengaruh antara lain kualitas air dan jenis dasar perairan yang mempengaruhi penetrasi

gelombang elektromagnetik pada tubuh air, sehingga gelombang yang dipantulkan dasar perairan tidak maksimal.

Dari hasil uji ketelitian interpretasi diatas dapat disimpulkan bahwa ketelitian interpretasi citra satelit Landsat7 ETM+ secara keseluruhan sebesar 78%. Ketelitian pemetaan pada zona 4 adalah sebesar 90 %, dengan besar penyimpangan rata-rata sebesar 0.2m. Zona 3 sebesar 87.6 % dengan penyimpangan sebesar 0.6m. Zona 2 sebesar 67.7% dengan penyimpangan sebesar 0.9m, dan zona 1 sebesar 22.5% dengan penyimpangan sebesar 1.5m.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian tentang aplikasi penginderaan jauh dengan citra Landsat 7 ETM+ untuk pembuatan peta zona kedalaman perairan dangkal adalah:

1. Keadaan dan kondisi daerah perairan sangat berpengaruh besar dalam penentuan zona kedalaman. Kualitas air yang jernih, dasar perairan yang terang (berpasir putih), keadaan topografi dasar perairan yang landai dan perairan yang tenang akan menghasilkan zona kedalaman yang baik dan akurat.
2. Penurunan titik kedalaman untuk perairan jernih dan dangkal dilakukan dengan menggunakan kemampuan penetrasi kedalaman dari band *visible* band 1,2 dan 3 dan band *Near Infrared* band 4 citra landsat 7 ETM+. Dari hasil penelitian ini didapat bahwa band 1 mempunyai penetrasi kedalaman mencapai 15,1 meter, band 2 mencapai 7,3 meter, band 3 mencapai 4,8 meter, dan band 4 mencapai 1,8 meter, sedangkan band 5 mengalami penyerapan energi secara keseluruhan oleh tubuh air. Band 1 memiliki area yang paling kecil, hal ini disebabkan karena kondisi dasar perairan yang curam dan terjal.
3. Koreksi Radiometrik dengan cara mengubah *digital number* (DN) menjadi nilai reflektansi pada daerah perairan dapat mengurangi gangguan yang terjadi pada atmosfer dan kolom air yang terdapat pada citra satelit, sehingga hasil yang didapat lebih baik dan tidak terlalu banyak *noise* yang terjadi yang dapat mempengaruhi hasil dan ketelitian.

4. Hasil uji ketelitian interpretasi citra Landsat 7 ETM+ terhadap survei lapangan adalah sebesar 78 %. Tingkat ketelitian ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu faktor sistem penginderaan jauh yang meliputi sistem sensor, kondisi atmosfer serta faktor lapangan diantaranya adalah perbedaan waktu yang cukup lama antara waktu perekaman dengan waktu penelitian lapangan.
5. Hasil uji ketelitian ini di tunjukan oleh besarnya penyimpangan kedalaman tiap-tiap zone. Besarnya penyimpangan tersebut adalah sebesar 0.2m atau 10% pada zona 4, 0.6m atau 12.4% pada zona 3, 0.9m atau 32.2% pada zona 2, dan yang terbesar terdapat pada zona 1 yaitu sebesar 1.5m atau 77.5%. sehingga dapat disimpulkan semakin dalam perairan maka semakin besar kesalahan yang terjadi.
6. Sesuai dengan maksud dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa citra satelit Landsat 7 ETM+ dapat digunakan untuk pembuatan zona-zona kedalaman perairan dangkal sebagai sumber data dan informasi awal dalam pemetaan bathimetri dan kegiatan-kegiatan dibidang kelautan di perairan dangkal. dengan hasil yang cukup baik.

V.2. Saran

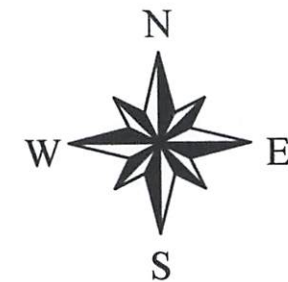
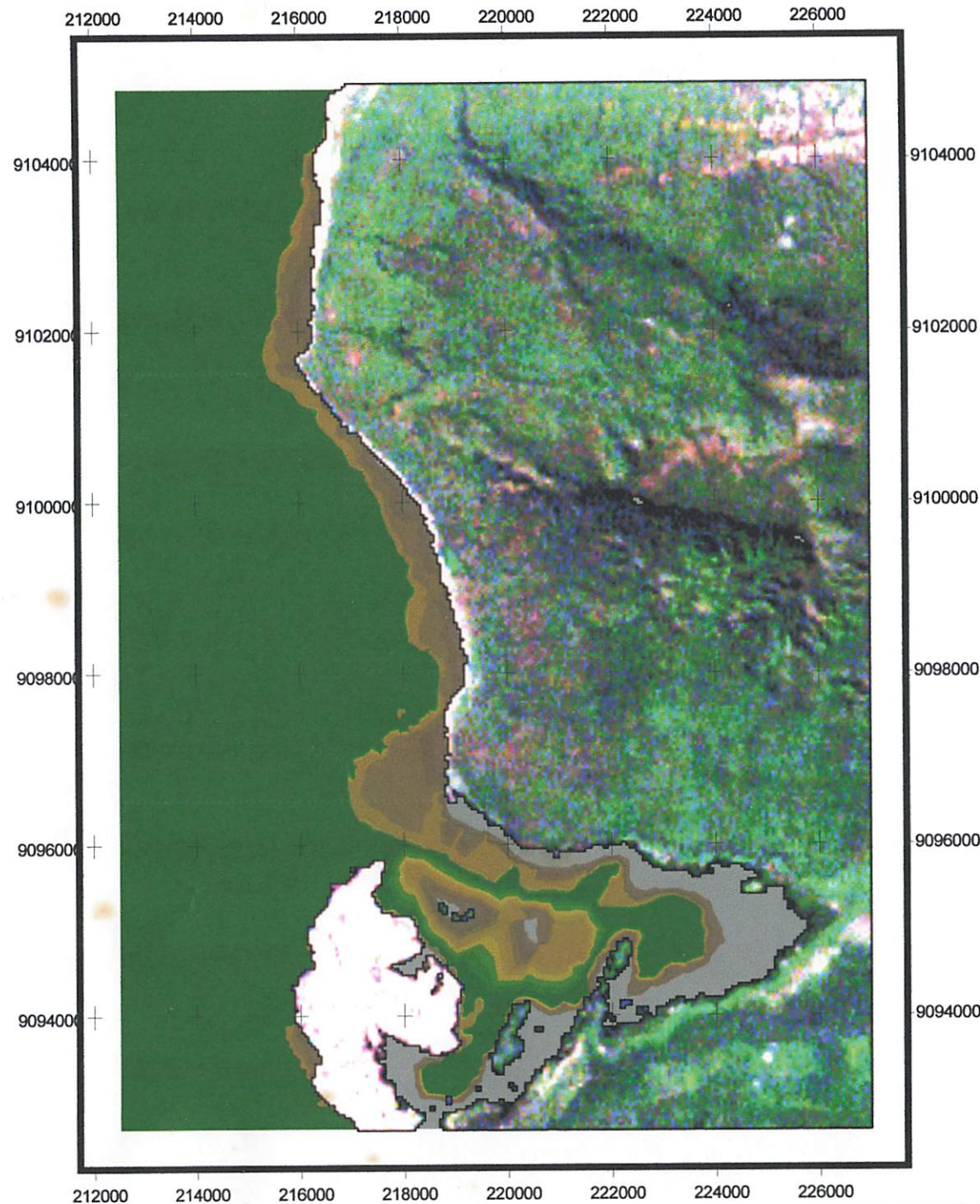
1. Untuk penelitian sejenis disarankan untuk dicoba pada daerah yang memiliki kualitas perairan yang lebih baik dan keadaan topografi dasar perairan yang landai, untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.
2. Hasil ini perlu dikaji ulang dengan menggunakan data citra yang kualitas dan resolusinya lebih tinggi seperti : Spot 5, Quickbird, Aster dan lainnya, untuk mendapatkan tingkat ketelitian dan akurasi yang lebih baik.

3. Untuk penelitian serupa diusahakan perbedaaan antara waktu perekaman citra dengan waktu penelitian lapangan tidak terlalu lama, karena hal ini akan memungkinkan terjadinya perubahan kondisi topografi dasar perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- EDWARDS A. J.1998, *APPLICATIONS OF SATELLITE AND AIRBORNE IMAGE DATA TO COASTAL MANAGEMENT*, SEVENTH COMPUTER-BASED LEARNING MODULE, www.Google.com,2007.
- Jupp, D.L.B. 1988. *Background and extensions to depth of penetration (DOP) mapping in shallow coastal waters*. In: *The Symposium for Remote sensing of the Coastal Zone*, Gold Coast, Australia, 1988.
- Lillesand T.M. dan R.W. Kiefer, *Penginderaan Jauh Dan Interpretasi Citra*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 1993
- Lesson 4. *Crude Bathymetric Mapping Using Landsat TM Satellite Imagery*, CoastWatch Caribbean Regional Node: Bilko Lessons, www.Google.com,2007.
- Nugroho Edy, 2003, *PEMANFAATAN CITRA LANDSAT TM UNTUK KAJIAN SUMBER DAYA ALAM TERUMBU KARANG*, Tugas Akhir T. Geodesi, ITN, Malang.
- Projo Danoerdoro, *Pengolahan Citra Digital*, Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada, 1996.
- Ruslan Prawiro.H, 1991. *Ekologi Lingkungan Pencemaran* . Satya Wacana. Semarang
- Sugiharto joko, 1995, *ANALISA KEHANDALAN CITRA SPOT MULTISPEKTRAL UNTUK PEMETAAN BATHIMETRI LAUT DANGKAL DI PANTAI BENGKAK KABUPATEN BANYUWANGI*,Tugas Akhir T.Geodesi, ITN, Malang.
- Sutanto, *Penginderaan Jauh Jilid I*, Gajah Mada Yuniversity Press, Yogyakarta, 1992
- Sutanto, *Penginderaan Jauh Jilid II*, Gajah Mada Yuniversity Press, Yogyakarta, 1992
- Tambayong, R, 1985. *Hidrografi Praktis*. PT.Tri Patra Engineering. Jakarta
- Trisakti Bambang, 2004, *Model Penggabungan Kontur Kedalaman Citra Landsat7 ETM Dan Informasi Bathimetri*, Pertemuan Ilmiah Tahun I Teknik Geodesi ITS, Surabaya, 2004.

LAMPIRAN



SKALA : 1:58920

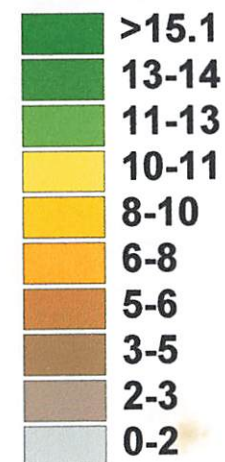
daratan

:Red Layer

:Green Layer

:Blue Layer

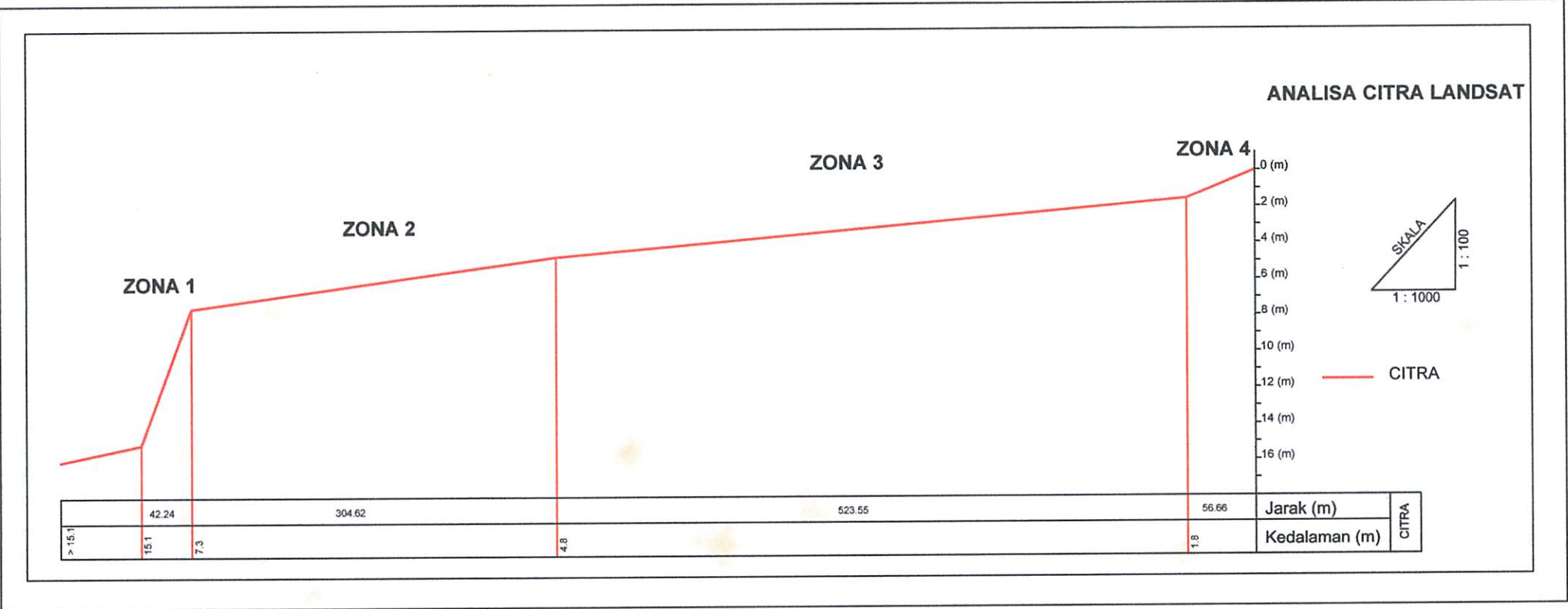
Kedalaman (m)



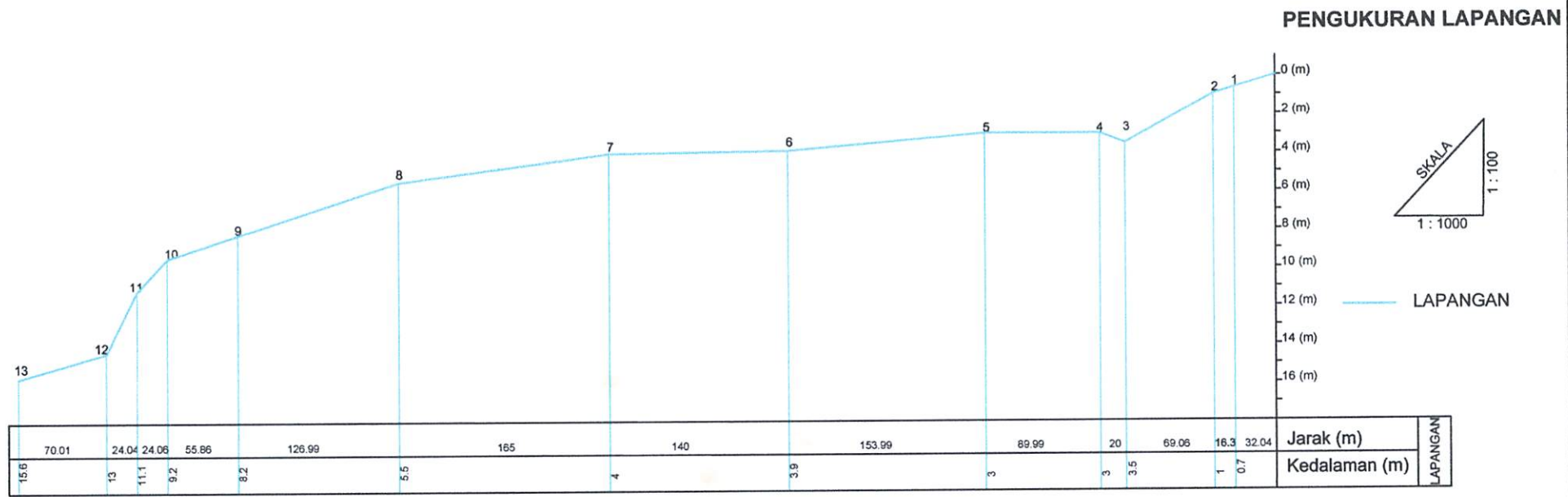
Sumber data :
 1. Citra LANDSAT7 ETM+ Perekaman 20-10-2003
 Proyeksi : Transverse Mercator
 Datum : WGS 84
 Zone UTM : 50

2000
 1995
 1990
 1985
 1980
 1975
 1970
 1965
 1960
 1955
 1950
 1945
 1940
 1935
 1930
 1925
 1920
 1915
 1910
 1905
 1900
 1895
 1890
 1885
 1880
 1875
 1870
 1865
 1860
 1855
 1850
 1845
 1840
 1835
 1830
 1825
 1820
 1815
 1810
 1805
 1800
 1795
 1790
 1785
 1780
 1775
 1770
 1765
 1760
 1755
 1750
 1745
 1740
 1735
 1730
 1725
 1720
 1715
 1710
 1705
 1700
 1695
 1690
 1685
 1680
 1675
 1670
 1665
 1660
 1655
 1650
 1645
 1640
 1635
 1630
 1625
 1620
 1615
 1610
 1605
 1600
 1595
 1590
 1585
 1580
 1575
 1570
 1565
 1560
 1555
 1550
 1545
 1540
 1535
 1530
 1525
 1520
 1515
 1510
 1505
 1500
 1495
 1490
 1485
 1480
 1475
 1470
 1465
 1460
 1455
 1450
 1445
 1440
 1435
 1430
 1425
 1420
 1415
 1410
 1405
 1400
 1395
 1390
 1385
 1380
 1375
 1370
 1365
 1360
 1355
 1350
 1345
 1340
 1335
 1330
 1325
 1320
 1315
 1310
 1305
 1300
 1295
 1290
 1285
 1280
 1275
 1270
 1265
 1260
 1255
 1250
 1245
 1240
 1235
 1230
 1225
 1220
 1215
 1210
 1205
 1200
 1195
 1190
 1185
 1180
 1175
 1170
 1165
 1160
 1155
 1150
 1145
 1140
 1135
 1130
 1125
 1120
 1115
 1110
 1105
 1100
 1095
 1090
 1085
 1080
 1075
 1070
 1065
 1060
 1055
 1050
 1045
 1040
 1035
 1030
 1025
 1020
 1015
 1010
 1005
 1000
 995
 990
 985
 980
 975
 970
 965
 960
 955
 950
 945
 940
 935
 930
 925
 920
 915
 910
 905
 900
 895
 890
 885
 880
 875
 870
 865
 860
 855
 850
 845
 840
 835
 830
 825
 820
 815
 810
 805
 800
 795
 790
 785
 780
 775
 770
 765
 760
 755
 750
 745
 740
 735
 730
 725
 720
 715
 710
 705
 700
 695
 690
 685
 680
 675
 670
 665
 660
 655
 650
 645
 640
 635
 630
 625
 620
 615
 610
 605
 600
 595
 590
 585
 580
 575
 570
 565
 560
 555
 550
 545
 540
 535
 530
 525
 520
 515
 510
 505
 500
 495
 490
 485
 480
 475
 470
 465
 460
 455
 450
 445
 440
 435
 430
 425
 420
 415
 410
 405
 400
 395
 390
 385
 380
 375
 370
 365
 360
 355
 350
 345
 340
 335
 330
 325
 320
 315
 310
 305
 300
 295
 290
 285
 280
 275
 270
 265
 260
 255
 250
 245
 240
 235
 230
 225
 220
 215
 210
 205
 200
 195
 190
 185
 180
 175
 170
 165
 160
 155
 150
 145
 140
 135
 130
 125
 120
 115
 110
 105
 100
 95
 90
 85
 80
 75
 70
 65
 60
 55
 50
 45
 40
 35
 30
 25
 20
 15
 10
 5
 0
 -5
 -10
 -15
 -20
 -25
 -30
 -35
 -40
 -45
 -50
 -55
 -60
 -65
 -70
 -75
 -80
 -85
 -90
 -95
 -100
 -105
 -110
 -115
 -120
 -125
 -130
 -135
 -140
 -145
 -150
 -155
 -160
 -165
 -170
 -175
 -180
 -185
 -190
 -195
 -200
 -205
 -210
 -215
 -220
 -225
 -230
 -235
 -240
 -245
 -250
 -255
 -260
 -265
 -270
 -275
 -280
 -285
 -290
 -295
 -300
 -305
 -310
 -315
 -320
 -325
 -330
 -335
 -340
 -345
 -350
 -355
 -360
 -365
 -370
 -375
 -380
 -385
 -390
 -395
 -400
 -405
 -410
 -415
 -420
 -425
 -430
 -435
 -440
 -445
 -450
 -455
 -460
 -465
 -470
 -475
 -480
 -485
 -490
 -495
 -500
 -505
 -510
 -515
 -520
 -525
 -530
 -535
 -540
 -545
 -550
 -555
 -560
 -565
 -570
 -575
 -580
 -585
 -590
 -595
 -600
 -605
 -610
 -615
 -620
 -625
 -630
 -635
 -640
 -645
 -650
 -655
 -660
 -665
 -670
 -675
 -680
 -685
 -690
 -695
 -700
 -705
 -710
 -715
 -720
 -725
 -730
 -735
 -740
 -745
 -750
 -755
 -760
 -765
 -770
 -775
 -780
 -785
 -790
 -795
 -800
 -805
 -810
 -815
 -820
 -825
 -830
 -835
 -840
 -845
 -850
 -855
 -860
 -865
 -870
 -875
 -880
 -885
 -890
 -895
 -900
 -905
 -910
 -915
 -920
 -925
 -930
 -935
 -940
 -945
 -950
 -955
 -960
 -965
 -970
 -975
 -980
 -985
 -990
 -995
 -1000
 -1005
 -1010
 -1015
 -1020
 -1025
 -1030
 -1035
 -1040
 -1045
 -1050
 -1055
 -1060
 -1065
 -1070
 -1075
 -1080
 -1085
 -1090
 -1095
 -1100
 -1105
 -1110
 -1115
 -1120
 -1125
 -1130
 -1135
 -1140
 -1145
 -1150
 -1155
 -1160
 -1165
 -1170
 -1175
 -1180
 -1185
 -1190
 -1195
 -1200
 -1205
 -1210
 -1215
 -1220
 -1225
 -1230
 -1235
 -1240
 -1245
 -1250
 -1255
 -1260
 -1265
 -1270
 -1275
 -1280
 -1285
 -1290
 -1295
 -1300
 -1305
 -1310
 -1315
 -1320
 -1325
 -1330
 -1335
 -1340
 -1345
 -1350
 -1355
 -1360
 -1365
 -1370
 -1375
 -1380
 -1385
 -1390
 -1395
 -1400
 -1405
 -1410
 -1415
 -1420
 -1425
 -1430
 -1435
 -1440
 -1445
 -1450
 -1455
 -1460
 -1465
 -1470
 -1475
 -1480
 -1485
 -1490
 -1495
 -1500
 -1505
 -1510
 -1515
 -1520
 -1525
 -1530
 -1535
 -1540
 -1545
 -1550
 -1555
 -1560
 -1565
 -1570
 -1575
 -1580
 -1585
 -1590
 -1595
 -1600
 -1605
 -1610
 -1615
 -1620
 -1625
 -1630
 -1635
 -1640
 -1645
 -1650
 -1655
 -1660
 -1665
 -1670
 -1675
 -1680
 -1685
 -1690
 -1695
 -1700
 -1705
 -1710
 -1715
 -1720
 -1725
 -1730
 -1735
 -1740
 -1745
 -1750
 -1755
 -1760
 -1765
 -1770
 -1775
 -1780
 -1785
 -1790
 -1795
 -1800
 -1805
 -1810
 -1815
 -1820
 -1825
 -1830
 -1835
 -1840
 -1845
 -1850
 -1855
 -1860
 -1865
 -1870
 -1875
 -1880
 -1885
 -1890
 -1895
 -1900
 -1905
 -1910
 -1915
 -1920
 -1925
 -1930
 -1935
 -1940
 -1945
 -1950
 -1955
 -1960
 -1965
 -1970
 -1975
 -1980
 -1985
 -1990
 -1995
 -2000
 -2005
 -2010
 -2015
 -2020
 -2025
 -2030
 -2035
 -2040
 -2045
 -2050
 -2055
 -2060
 -2065
 -2070
 -2075
 -2080
 -2085
 -2090
 -2095
 -2100
 -2105
 -2110
 -2115
 -2120
 -2125
 -2130
 -2135
 -2140
 -2145
 -2150
 -2155
 -2160
 -2165
 -2170
 -2175
 -2180
 -2185
 -2190
 -2195
 -2200
 -2205
 -2210
 -2215
 -2220
 -2225
 -2230
 -2235
 -2240
 -2245
 -2250
 -2255
 -2260
 -2265
 -2270
 -2275
 -2280
 -2285
 -2290
 -2295
 -2300
 -2305
 -2310
 -2315
 -2320
 -2325
 -2330
 -2335
 -2340
 -2345
 -2350
 -2355
 -2360
 -2365
 -2370
 -2375
 -2380
 -2385
 -2390
 -2395
 -2400
 -2405
 -2410
 -2415
 -2420
 -2425
 -2430
 -2435
 -2440
 -2445
 -2450
 -2455
 -2460
 -2465
 -2470
 -2475
 -2480
 -2485
 -2490
 -2495
 -2500
 -2505
 -2510
 -2515
 -2520
 -2525
 -2530
 -2535
 -2540
 -2545
 -2550
 -2555
 -2560
 -2565
 -2570
 -2575
 -2580
 -2585
 -2590
 -2595
 -2600
 -2605
 -2610
 -2615
 -2620
 -2625
 -2630
 -2635
 -2640
 -2645
 -2650
 -2655
 -2660
 -2665
 -2670
 -2675
 -2680
 -2685
 -2690
 -2695
 -2700
 -2705
 -2710
 -2715
 -2720
 -2725
 -2730
 -2735
 -2740
 -2745
 -2750
 -2755
 -2760
 -2765
 -2770
 -2775
 -2780
 -2785
 -2790
 -2795
 -2800
 -2805
 -2810
 -2815
 -2820
 -2825
 -2830
 -2835
 -2840
 -2845
 -2850
 -2855
 -2860
 -2865
 -2870
 -2875
 -2880
 -2885
 -2890
 -2895
 -2900
 -2905
 -2910
 -2915
 -2920
 -2925
 -2930
 -2935
 -2940
 -2945
 -2950
 -2955
 -2960
 -2965
 -2970
 -2975
 -2980
 -2985
 -2990
 -2995
 -3000
 -3005
 -3010
 -3015
 -3020
 -3025
 -3030
 -3035
 -3040
 -3045
 -3050
 -3055
 -3060
 -3065
 -3070
 -3075
 -3080
 -3085
 -3090
 -3095
 -3100
 -3105
 -3110
 -3115
 -3120
 -3125
 -3130
 -3135
 -3140
 -3145
 -3150
 -3155
 -3160
 -3165
 -3170
 -3175
 -3180
 -3185
 -3190
 -3195
 -3200
 -3205
 -3210
 -3215
 -3220
 -3225
 -3230
 -3235
 -3240
 -3245
 -3250
 -3255
 -3260
 -3265
 -3270
 -3275
 -3280
 -3285
 -3290
 -3295
 -3300
 -3305
 -3310
 -3315
 -3320
 -3325
 -3330
 -3335
 -3340
 -3345
 -3350
 -3355
 -3360
 -3365
 -3370
 -3375
 -3380
 -3385
 -3390
 -3395
 -3400
 -3405
 -3410
 -3415
 -3420
 -3425
 -3430
 -3435
 -3440
 -3445
 -3450
 -3455
 -3460
 -3465
 -3470
 -3475
 -3480
 -3485
 -3490
 -3495
 -3500
 -3505
 -3510
 -3515
 -3520
 -3525
 -3530
 -3535
 -3540
 -3545
 -3550
 -3555
 -3560
 -3565
 -3570
 -3575
 -3580
 -3585
 -3590
 -3595
 -3600
 -3605
 -3610
 -3615
 -3620
 -3625
 -3630
 -3635
 -3640
 -3645
 -3650
 -3655
 -3660
 -3665
 -3670
 -3675
 -3680
 -3685
 -3690
 -3695
 -3700
 -3705
 -3710
 -3715
 -3720
 -3725
 -3730
 -3735
 -3740
 -3745
 -3750
 -3755
 -3760
 -3765
 -3770
 -3775
 -3780
 -3785
 -3790
 -3795
 -3800
 -3805
 -3810
 -3815
 -3820
 -3825
 -3830
 -3835
 -3840
 -3845
 -3850
 -3855
 -3860
 -3865
 -3870
 -3875
 -3880
 -3885
 -3890
 -3895
 -3900
 -3905
 -3910
 -3915
 -3920
 -3925
 -3930
 -3935
 -3940
 -3945
 -3950
 -3955
 -3960
 -3965
 -3970
 -3975
 -3980
 -3985
 -3990
 -3995
 -4000
 -4005
 -4010
 -4015
 -4020
 -4025
 -4030
 -4035
 -4040
 -4045
 -4050
 -4055
 -4060
 -4065
 -4070
 -4075
 -4080
 -4085
 -4090
 -4095
 -4100
 -4105
 -4110
 -4115
 -4120
 -4125
 -4130
 -4135
 -4140
 -4145
 -4150
 -4155
 -4160
 -4165
 -4170
 -4175
 -4180
 -4185
 -4190
 -4195
 -4200
 -4205
 -4210
 -4215
 -4220
 -4225
 -4230
 -4235
 -4240
 -4245
 -4250
 -4255
 -4260
 -4265
 -4270
 -4275
 -4280
 -4285
 -4290
 -4295
 -4300
 -4305
 -4310
 -4315
 -4320
 -4325
 -4330
 -4335
 -4340
 -4345
 -4350
 -4355
 -4360
 -4365
 -4370
 -4375
 -4380
 -4385
 -4390
 -4395
 -4400
 -4405
 -4410
 -4415
 -4420
 -4425
 -4430
 -4435
 -4440
 -4445
 -4450
 -4455
 -4460
 -4465
 -4470
 -4475
 -4480
 -4485
 -4490
 -4495
 -4500
 -4505
 -4510
 -4515
 -4520
 -4525
 -4530
 -4535
 -4540
 -4545
 -4550
 -4555
 -4560
 -4565
 -4570
 -4575
 -4580
 -4585
 -4590
 -4595
 -4600
 -4605
 -4610
 -4615
 -4620
 -4625
 -4630
 -4635
 -4640
 -4645
 -4650
 -4655
 -4660
 -4665
 -4670
 -4675
 -4680
 -4685
 -4690
 -4695
 -4700
 -4705
 -4710
 -4715
 -4720
 -4725
 -4730
 -4735
 -4740
 -4745
 -4750
 -4755
 -4760
 -4765
 -4770
 -4775
 -4780
 -4785
 -4790
 -4795
 -4800
 -4805
 -4810
 -4815
 -4820
 -4825
 -4830
 -4835
 -4840
 -4845
 -4850
 -4855
 -4860
 -4865
 -4870
 -4875
 -4880
 -4885
 -4890
 -4895
 -4900
 -4905
 -4910
 -4915
 -4920
 -4925
 -4930
 -4935
 -4940
 -4945
 -4950
 -4955
 -4960
 -4965
 -4970
 -4975
 -4980
 -4985
 -4990
 -4995
 -5000
 -5005
 -5010
 -5015
 -5020
 -5025
 -5030
 -5035
 -5040
 -5045
 -5050
 -5055
 -5060
 -5065
 -5070
 -5075
 -5080
 -5085
 -5090
 -5095
 -5100
 -5105

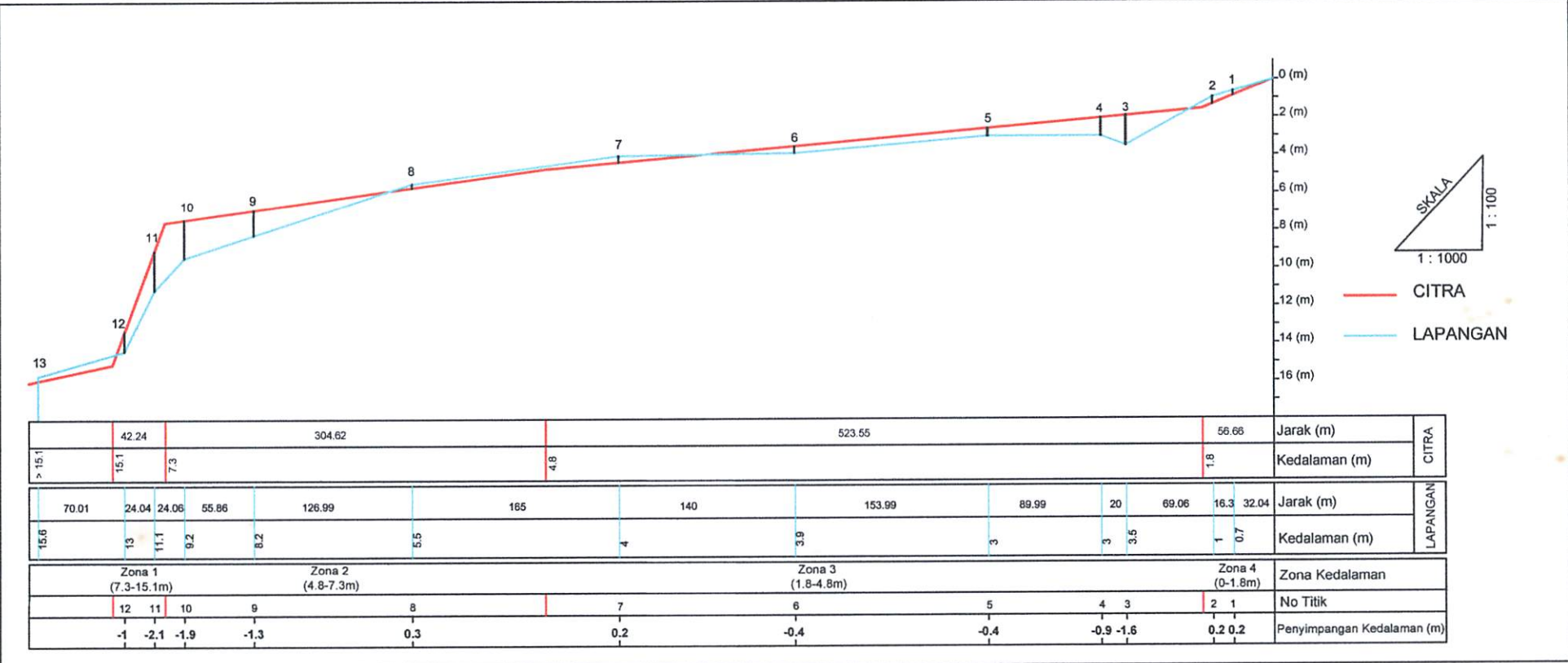
GAMBAR POTONGAN MELINTANG
KONDISI DASAR PERAIRAN HASIL ANALISA CITRA LANDSAT



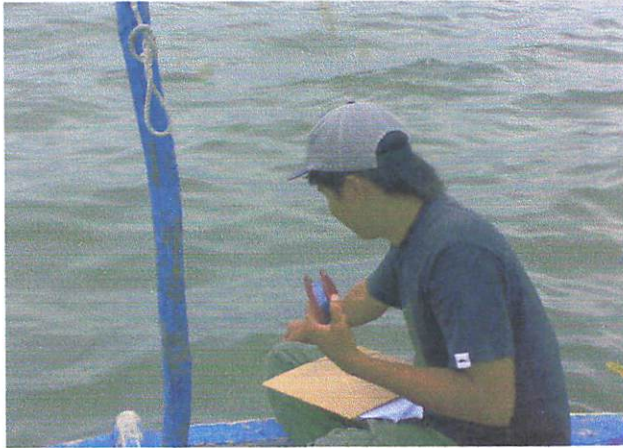
GAMBAR POTONGAN MELINTANG
KONDISI DASAR PERAIRAN HASIL PENGUKURAN LAPANGAN



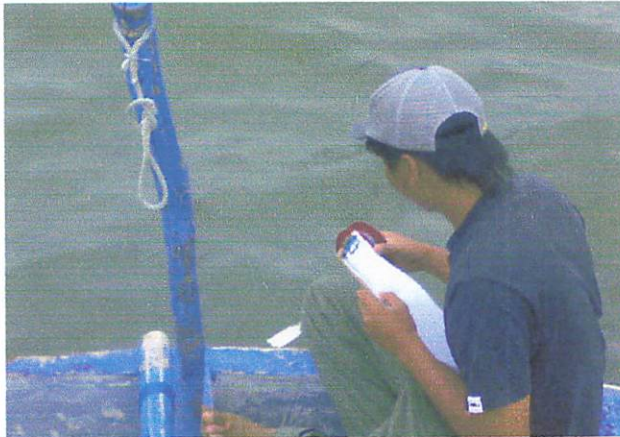
GAMBAR POTONGAN MELINTANG
TUMPANG TINDIH (OVERLAY) UKURAN LAPANGAN DAN HASIL ANALISA CITRA LANDSAT



PENGAMBILAN DATA DI LAPANGAN



Gambar 1. Pengambilan data kedalaman di lapangan



Gambar 2. Pengambilan data kedalaman di lapangan



Gambar 3. GPS Handheald untuk pengambilan kordinat(X,Y) di lapangan

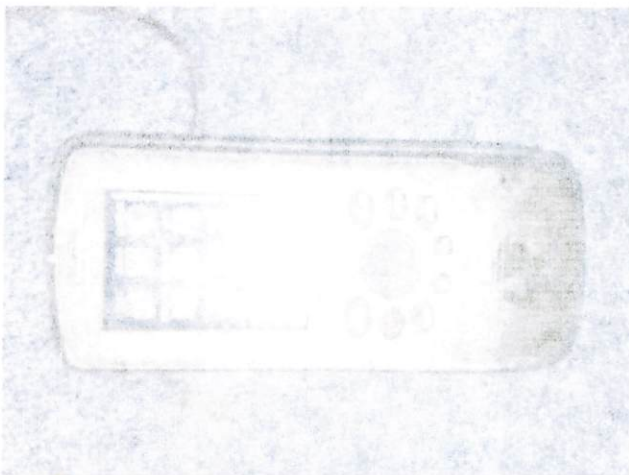
PENGAMBILAN DATA DI LAPANGAN



Gambar 1. Pengambilan data kedalaman di lapangan

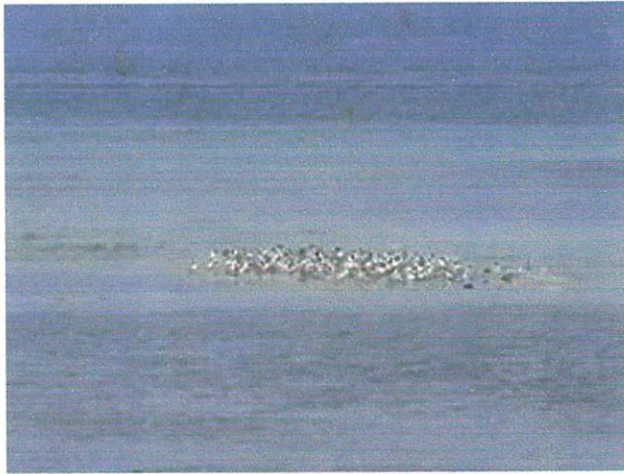


Gambar 2. Pengambilan data kedalaman di lapangan

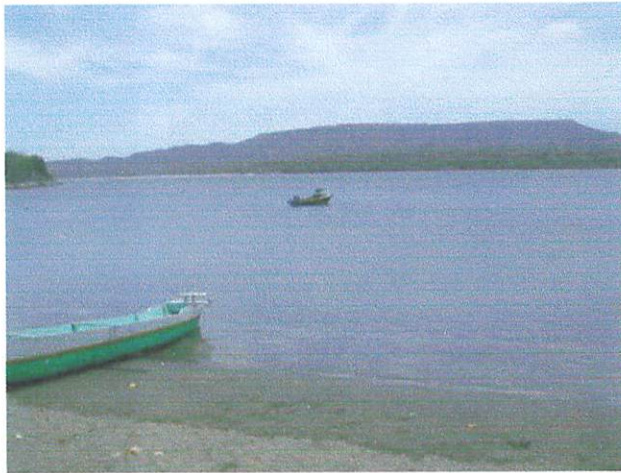


Gambar 3. GPS Handheld untuk pengambilan koordinat (X,Y) di lapangan

LOKASI PENELITIAN



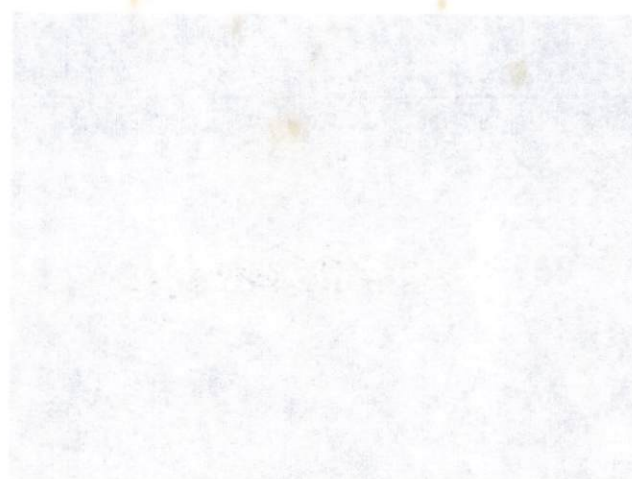
Gambar 4. daerah perairan dangkal



Gambar 5. daerah penelitian



Gambar 6. daerah perairan bersih dan jernih



Gambar 4. daerah pertanian dangkal



Gambar 5. daerah penelitian



Gambar 6. daerah pertanian bersih dan jernih

TABEL PERHITUNGAN KEDALAMAN SURVEI LAPANGAN DAN CITRA

URUTAN NO	WAKTU	Koordinat		hasil survei lapangan (m)	PASUT waktu survei lapangan	Kedalaman hasil survei (m)	nilai korosi kedalaman setua titik (m)	kedalaman citra(m)	REFLEKTANSI BAND LANDSAT				kedalaman ref
		Easting	Northing						TM1	TM2	TM3	TM4	
1109	12:53	217452	909784	19,0	1,3	17,7	0,7	18,4	31	12	5	1	18,4
1253		217462	909781	16,6	1,0	15,6	0,4	16,0	30	12	7	1	16,0
1255		217546	909748	17,4	1,0	16,4	0,4	16,8	27	12	6	1	16,0
1330		217690	909730	14,2	0,8	13,4	0,2	13,6	29	13	6	1	13,6
1405		217508	909762	13,5	0,7	12,8	0,1	12,9	30	12	6	1	13,6
1424		217488	909763	17,2	0,7	16,5	0,1	16,8	28	13	6	1	16,8
1132		217611	909736	16,7	1,3	15,4	0,7	16,1	21	14	5	1	16,1
1145		217602	909744	13,7	1,3	12,4	0,7	13,1	19	11	7	1	13,1
1227		217505	909759	12,1	1,0	11,1	0,4	11,5	18	11	6	1	11,5
1123		217483	909771	11,3	1,3	10,0	0,7	10,7	11	6	1	1	10,7
1106		217486	909752	8,6	7,3	7,3	0,7	8,0	22	17	5	1	8,0
1440		217560	909763	7,8	0,7	7,1	0,1	7,2	20	11	5	1	7,2
1120		217671	909787	8,3	0,7	7,6	0,1	7,7	24	17	7	1	7,7
1411		217671	909745	7,3	0,7	6,6	0,1	6,7	24	17	5	1	6,7
1437		217578	909752	7,9	0,7	7,2	0,1	7,3	28	15	7	0	7,3
1443		217753	909781	6,7	0,7	6,2	0,1	6,5	28	15	7	0	6,5
1017		218628	909786	5,9	1,6	4,3	1,0	5,1	24	13	8	1	5,1
1110		217546	909786	7,2	0,8	6,4	0,2	6,6	20	13	8	1	6,6
1115		217587	909774	6,9	0,8	5,9	0,2	6,1	24	13	8	1	6,1
1150		217546	909771	6,8	1,3	5,6	0,7	6,3	24	13	8	1	6,3
1210		217769	909787	9,1	1,0	8,1	0,4	8,5	20	13	8	1	8,5
1449		217590	909764	6,2	0,7	5,5	0,1	5,6	23	12	6	1	5,6
1050		217665	909764	7,1	1,0	5,5	0,1	5,6	23	12	6	1	5,6
1338		217628	909787	6,3	0,8	5,5	0,2	5,7	25	13	6	1	5,7
1210		217763	909787	6,5	0,8	5,5	0,2	5,7	29	18	7	1	5,7
1354		217914	909790	6,1	0,8	5,3	0,2	5,5	29	17	6	1	5,5
1127		217672	909753	6,4	1,3	5,1	0,7	5,8	20	13	7	1	5,8
1210		217612	909781	6,0	1,0	5,0	0,4	5,3	23	13	6	1	5,3
1210		217796	909749	5,9	1,0	4,9	0,4	5,2	23	13	6	1	5,2
1243		218120	909764	5,8	1,0	4,8	0,4	5,1	23	13	5	1	5,1
1210		217777	909786	5,8	1,0	4,8	0,4	5,1	23	13	5	1	5,1
1245		217777	909786	5,8	1,0	4,8	0,4	5,1	23	13	5	1	5,1
1348		217795	909745	5,6	0,8	4,8	0,2	5,2	28	13	5	1	5,2
1348		217900	909716	5,4	0,8	4,6	0,2	4,8	30	14	5	1	4,8
1322		218173	909763	4,9	0,8	4,1	0,2	4,3	32	14	5	1	4,3
1322		218068	909787	6,8	0,8	6,0	0,2	6,2	68	31	7	0	6,2
1425		217679	909747	4,7	0,7	4,0	0,1	4,1	54	29	8	1	4,1
1141		217884	909732	5,3	1,3	4,0	0,7	4,7	44	23	8	1	4,7
1332		217589	909754	4,8	0,7	4,0	0,2	4,2	53	26	7	1	4,2
1415		218222	909780	4,7	0,7	4,0	0,1	4,1	46	24	8	1	4,1
1421		218255	909762	4,7	0,7	4,0	0,1	4,1	33	21	6	1	4,1
1405		218043	909782	4,7	0,7	4,0	0,1	4,1	44	24	7	1	4,1
1039		217565	909765	5,6	0,7	4,0	0,1	4,1	40	25	7	1	4,1
1401		217973	909757	4,7	0,7	4,0	0,1	4,1	41	24	6	1	4,1
1105		218294	909781	5,3	1,3	4,0	0,7	4,7	41	22	8	1	4,7
1105		218035	909742	5,3	1,3	4,0	0,7	4,7	83	36	8	0	4,7
1427		218259	909784	5,7	1,8	3,9	1,2	4,1	83	35	8	1	4,1
1406		218151	909733	5,7	0,7	4,0	0,1	4,1	83	35	8	1	4,1
1433		217996	909745	4,6	0,7	3,9	0,1	4,0	93	31	0	0	4,0
1408		218048	909755	4,6	0,7	3,9	0,1	4,0	79	34	7	0	4,0
1004		218309	909749	5,5	1,6	3,9	1,0	4,3	77	34	6	1	4,3
1430		218082	909743	5,5	0,7	3,9	0,1	4,0	39	22	6	1	4,0
1407		218078	909751	4,8	0,7	3,8	0,1	4,0	29	18	5	0	4,0
1347		218330	909751	3,9	0,7	3,8	0,1	4,0	29	18	5	0	4,0
1422		218332	909751	4,5	1,3	3,9	0,7	4,3	29	18	5	0	4,3
0940		218108	909757	4,6	1,8	3,9	0,7	4,3	29	18	5	0	4,3
1352		218119	909757	5,6	0,8	3,8	0,1	4,0	38	21	8	1	4,0
1351		218328	909757	4,6	0,8	3,8	0,2	4,0	64	32	7	1	4,0
1422		218312	909759	4,5	0,7	3,8	0,1	3,9	29	18	7	1	3,9
1233		218114	909759	4,8	1,0	3,8	0,4	4,2	44	24	7	1	4,2
855		218332	909787	5,7	1,9	3,8	1,3	3,9	28	17	6	1	3,9
1414		218120	909741	4,7	0,7	3,8	0,1	3,9	36	22	8	1	3,9
1337		218231	909711	3,9	1,3	2,0	0,7	2,7	30	50	30	10	2,7
1258		217121	909744	2,9	1,0	1,9	0,4	2,3	40	30	20	10	2,3
1045		218123	909804	3,3	1,3	1,0	0,7	1,7	55	31	11	4	1,7
916		218036	909121	3,3	1,8	1,5	1,2	2,7	63	41	16	0	2,7
1426		217751	909723	2,7	0,7	2,0	0,1	2,1	51	36	13	0	2,1
1435		217914	909754	1,6	0,7	0,9	0,1	1,0	41	26	10	0	1,0
1012		217672	909718	2,5	1,6	0,9	1,0	1,3	68	44	20	0	1,3
1033		217966	909763	2,5	1,6	0,9	1,0	1,3	68	44	20	0	1,3
1146		217120	909745	2,2	1,3	0,9	0,4	1,3	60	54	26	1	1,3
813		217936	909745	2,2	1,3	0,9	0,4	1,3	60	54	26	1	1,3
848		217779	909752	2,7	1,8	0,8	0,7	1,8	67	45	19	0	1,8
1320		217795	909754	2,1	0,8	0,8	0,2	1,0	40	20	10	4	1,0
1028		217900	909780	2,1	1,3	0,8	0,7	1,5	62	47	23	1	1,5
1107		218173	909762	2,1	1,9	0,8	1,3	2,1	78	48	22	1	2,1
1352		218068	909763	1,6	0,8	0,8	0,2	1,0	33	24	11	1	1,0

Tabel nilai Refleksi maksimum pada perairan dalam

LANDSAT BAND				
1	2	3	4	
23	14	7	3	
20	11	5	3	
22	12	6	3	

DATASURVEILANDSAT

Tabel perhitungan kedalaman

LANDSAT BAND				
1	2	3	4	
18,4	10,7	5,2	2,7	
11,5	5,5	3,9	0,0	
16,3	7,5	4,6	2,2	
13,6	7,0	4,4	1,4	
15,1	7,3	4,8	1,8	

6. GILIMANUK (BALI)

8°75' - 115°21'

SEPTEMBER 2007

Waktu : GMT+07:00

J	T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J	T		
1	21	17	12	7	4	3	5	6	7	8	9	10	15	20	23	24	22	18	12	7	3	1	2	6	11	17	23	24	1
2	23	20	15	10	5	3	3	3	6	11	17	20	21	23	22	23	20	15	10	5	2	2	4	9	15	20	24	2	
3	24	22	18	13	8	4	3	4	8	13	19	22	23	21	21	17	12	7	4	2	2	2	7	10	18	22	3		
4	24	24	21	16	11	6	4	4	6	10	15	19	21	21	19	15	10	6	4	4	4	4	9	18	20	4			
5	23	24	22	19	14	9	5	4	5	8	11	15	18	19	18	16	12	9	6	5	4	4	8	13	17	5			
6	21	23	22	20	17	13	9	7	6	7	9	12	15	17	17	16	14	11	9	7	7	9	11	10	13	7			
7	15	20	21	21	19	18	13	10	8	7	8	10	12	14	15	15	14	13	11	10	9	11	10	11	11	8			
8	15	17	19	20	19	19	16	13	11	9	8	9	11	12	13	14	14	13	12	11	13	11	13	11	12	9			
9	13	14	16	18	19	18	18	16	14	12	10	9	8	8	9	10	12	13	14	14	14	14	16	12	12	10			
10	11	12	13	15	17	16	19	19	18	16	13	10	8	7	6	7	9	12	14	14	16	15	18	14	13	11			
11	10	10	10	11	13	13	18	20	20	21	19	16	13	9	6	5	5	7	10	13	16	18	20	17	15	12			
12	12	10	8	8	10	10	17	20	21	21	19	16	12	7	4	3	4	7	11	15	19	21	20	13	13				
13	14	10	7	6	7	6	14	18	21	23	22	19	15	10	5	3	2	5	9	14	18	21	22	23	14				
14	17	12	8	5	4	4	10	15	20	23	24	22	18	12	7	3	1	3	6	11	17	20	23	23	15				
15	20	15	10	5	3	2	7	11	17	21	24	23	20	15	10	5	2	1	4	7	15	18	24	25	16				
16	22	18	12	7	3	2	4	8	13	19	22	24	22	18	13	7	3	1	3	7	12	14	23	25	17				
17	24	21	16	10	5	4	2	5	10	15	20	22	23	20	12	10	5	2	2	5	10	13	21	24	18				
18	25	23	19	13	8	6	2	3	7	12	17	20	22	21	15	12	8	4	3	4	8	11	16	21	19				
19	25	24	21	16	11	10	4	3	5	8	13	17	20	20	16	15	10	7	5	5	7	10	16	23	20				
20	23	24	23	19	14	13	6	4	5	7	10	13	17	18	16	16	13	9	7	6	7	10	13	17	21				
21	20	22	22	20	17	16	9	7	6	7	8	10	14	15	14	16	14	12	10	8	8	10	12	15	22				
22	17	20	21	20	19	18	13	10	8	8	8	8	11	12	12	14	14	13	14	14	14	132	15	12	11	23			
23	15	16	18	19	19	18	16	14	12	10	9	8	9	10	10	12	13	14	15	16	14	17	13	12	24				
24	12	13	15	16	17	17	15	18	19	18	16	14	11	8	4	5	7	9	12	15	17	18	20	16	13				
25	11	11	12	13	13	15	15	18	19	18	16	14	11	8	4	3	5	6	10	14	17	19	22	19	16				
26	11	9	9	10	10	12	12	17	20	20	19	17	14	9	4	3	3	4	7	12	16	20	23	21	19				
27	12	13	14	15	16	16	16	17	18	17	16	15	14	13	11	10	8	7	9	15	15	20	23	24	21				
28	15	16	17	18	19	19	18	18	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	10	11	13	16	21	25	28			
29	18	19	20	21	22	22	21	21	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	10	13	16	29			
30	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	30			

OKTOBER 2007

$\sqrt{1}$	T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	$\sqrt{1}$	T
1	13	15	16	17	17	18	10	5	10	12	17	20	21	19	15	9	4	9	3	5	10	8	14	20	21	1	1
2	16	18	19	19	18	16	14	12	10	14	18	21	20	17	12	7	2	3	3	6	6	12	17	21	21	2	2
3	21	19	15	10	5	4	3	4	5	10	16	19	20	18	14	9	4	4	3	4	4	7	15	19	3	3	3
4	21	21	18	13	8	3	1	1	3	7	12	16	18	18	16	12	7	3	1	1	1	5	10	14	4	4	4
5	20	21	19	16	11	6	2	1	2	5	8	12	15	16	15	13	9	6	3	2	1	6	15	17	5	5	5
6	18	20	19	17	14	10	6	4	3	4	6	9	12	14	14	13	11	8	6	4	4	6	8	12	6	6	6
7	12	17	18	17	16	16	13	10	7	5	4	5	7	9	11	12	12	11	10	8	7	6	8	7	10	7	7
8	12	14	16	17	16	16	13	10	8	6	5	5	6	8	9	10	11	11	10	9	8	10	8	8	8	8	8
9	10	11	13	15	16	15	15	13	11	9	7	6	5	5	5	6	9	10	11	11	11	13	9	9	9	9	9
10	8	9	10	12	14	13	16	16	16	13	10	7	5	4	3	4	6	9	11	13	12	15	11	10	10	10	10
11	8	7	7	8	10	10	15	17	17	16	13	10	6	3	2	2	4	7	10	13	15	17	14	12	11	11	11
12	9	7	5	5	7	7	14	17	18	18	16	13	9	4	1	2	1	4	8	12	16	18	17	10	12	12	12
13	11	7	4	3	4	3	11	15	18	20	19	16	12	7	2	3	1	3	5	11	15	18	19	17	13	13	13
14	14	9	5	2	1	1	7	12	17	20	21	19	15	9	4	2	3	3	8	14	17	20	20	14	14	14	14
15	14	9	5	2	1	1	7	12	17	20	21	19	15	9	4	2	5	4	3	4	12	15	21	22	15	15	15
16	17	12	7	2	2	1	4	8	14	18	21	20	17	12	7	2	5	4	3	4	12	15	21	22	16	16	16
17	19	15	9	4	3	1	1	5	10	16	19	21	19	15	10	4	1	1	3	5	9	11	20	22	16	16	16
18	21	18	13	7	2	3	3	5	10	12	17	19	20	17	9	7	2	3	3	7	10	18	21	17	18	18	18
19	22	20	16	10	5	3	3	6	9	14	17	19	18	12	9	5	4	3	5	8	13	18	17	18	19	19	19
20	22	21	18	13	8	7	4	3	4	5	10	14	17	17	13	12	7	4	2	2	4	7	13	20	19	20	20
21	20	21	19	16	11	10	3	1	2	4	7	10	14	15	13	13	10	6	4	3	4	7	10	14	20	20	20
22	17	19	19	17	14	13	6	4	3	4	5	7	11	12	11	13	11	9	7	5	7	9	8	10	21	21	21
23	14	17	18	17	16	15	10	7	5	5	5	8	9	9	11	10	9	8	7	8	7	9	8	9	9	22	22
24	9	10	12	13	14	14	15	14	12	10	8	6	5	4	4	7	8	10	12	13	11	14	10	9	9	23	23
25	8	8	9	10	12	12	15	16	15	13	11	8	5	1	2	4	6	9	12	14	15	17	13	10	9	24	24
26	8	6	6	7	9	9	14	17	17	16	14	11	6	1	3	5	10	7	11	14	16	19	16	13	10	25	25
27	9	6	4	4	5	5	12	16	18	19	17	14	9	5	3	3	6	4	9	13	17	20	18	16	13	26	26
28	12	7	4	2	2	2	9	14	17	20	19	17	12	7	4	3	4	2	6	12	17	20	21	19	16	27	27
29	15	9	4	3	5	10	5	10	15	19	20	19	15	10	2	3	5	10	4	9	15	18	22	21	19	28	28
30	18	12	7	3	3	6	2	7	12	17	20	20	17	13	2	3	3	6	2	7	13	19	22	23	20	29	29
31	19	13	15	16	17	17	18	5	10	16	19	21	19	15	13	15	16	17	17	18	9	11	20	22	21	30	30
	18	13	15	16	17	17	18	5	10	16	19	21	19	15	13	15	16	17	17	18	9	11	20	22	21	31	31

46. GILIMANUK (BALI)

08°7'S - 115°2'E

SEPTEMBER 2003

Waktu : GMT+07:00

J	T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J	T
1	20	21	12	7	2	3	3	6	8	14	18	21	20	17	12	7	2	3	3	5	10	8	14	20	21	1	20
2	20	17	12	7	2	3	3	6	8	14	18	21	20	17	12	7	2	3	3	5	10	8	14	20	21	2	20
3	21	19	15	10	5	4	3	4	5	10	16	19	20	18	14	9	4	4	3	4	6	7	15	19	3	21	19
4	21	21	18	13	8	3	1	1	3	7	12	16	18	18	16	12	7	3	1	1	1	6	15	17	4	21	18
5	20	21	19	16	11	6	2	1	2	5	8	12	15	16	15	13	9	6	3	2	1	5	10	14	5	20	19
6	18	20	19	17	14	10	6	4	3	4	6	9	12	14	14	13	11	8	6	4	4	6	8	12	6	18	20
7	12	17	18	18	16	15	10	7	5	4	5	7	9	11	12	12	11	10	8	7	6	8	7	10	7	12	17
8	12	14	16	17	16	16	13	10	8	6	5	5	6	8	9	10	11	11	10	9	8	10	8	8	8	12	14
9	10	11	13	15	16	15	15	13	11	9	7	6	5	5	6	7	9	10	11	11	11	13	9	9	9	10	11
10	8	9	10	12	14	13	16	16	15	13	10	7	5	4	3	4	6	9	11	13	12	15	11	10	10	8	9
11	8	7	7	8	10	10	15	17	17	16	13	10	6	3	2	2	4	7	10	13	15	17	14	12	11	8	7
12	9	7	5	5	7	7	14	17	18	18	16	13	9	4	1	2	1	4	8	12	16	18	17	10	12	9	7
13	11	7	4	3	4	3	11	15	18	20	19	16	12	7	2	3	1	3	5	11	15	18	19	17	13	11	7
14	17	12	8	5	4	4	10	15	20	23	24	22	18	12	7	3	1	3	6	11	17	20	23	23	14	17	12
15	20	15	10	5	3	2	7	11	17	21	24	23	20	15	10	5	2	1	4	7	15	18	24	25	15	20	15
16	22	18	12	7	3	2	4	8	13	19	22	24	22	18	13	7	3	1	3	7	12	14	23	25	16	22	18
17	24	21	16	10	5	4	2	5	10	15	20	22	23	20	12	10	5	2	2	5	10	13	21	24	17	24	21
18	25	23	19	13	8	6	2	3	7	12	17	20	22	21	15	12	8	4	3	4	8	11	16	21	18	25	23
19	25	24	21	16	11	10	4	3	5	8	13	17	20	20	16	15	10	7	5	5	7	10	16	23	19	25	24
20	20	9	10	12	13	14	15	14	12	10	8	6	5	4	4	7	8	10	12	13	11	14	10	9	20	20	9
21	8	8	9	10	12	12	15	16	15	13	11	8	5	1	2	4	6	9	12	14	15	17	13	10	21	21	8
22	8	6	6	7	9	9	14	17	17	16	14	11	6	1	3	5	10	7	11	14	16	19	16	13	22	22	8
23	9	6	4	4	5	5	12	16	18	19	17	14	9	5	3	3	6	4	9	13	17	20	18	16	23	23	9
24	12	7	4	2	2	2	9	14	17	20	19	17	12	7	4	3	4	2	6	12	17	20	21	19	24	24	12
25	15	9	4	3	5	10	5	10	15	19	20	19	15	10	2	3	5	10	4	9	15	18	22	21	25	25	15
26	11	9	9	10	12	12	17	20	20	19	17	14	9	4	3	5	6	10	14	17	20	23	21	19	26	26	11
27	15	9	7	7	8	8	15	19	21	22	20	17	12	8	3	3	4	7	12	16	20	23	24	21	27	27	15
28	12	10	7	5	5	12	17	20	23	22	20	15	10	3	3	2	2	5	9	15	20	23	24	21	28	28	12
29	18	12	7	4	3	2	8	13	18	22	23	22	18	13	5	3	2	3	7	12	18	21	25	24	29	29	18
30	21	15	10	3	2	2	5	10	15	20	23	23	20	16	5	5	2	2	5	10	16	21	25	24	30	30	21

OKTOBER 2003

J	T	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	J	T		
1	18	14	9	4	1	3	5	10	12	17	20	21	19	15	9	4	9	3	5	10	8	14	20	21	1	1	18	14	
2	20	17	12	7	2	3	3	6	8	14	18	21	20	17	12	7	2	3	3	6	6	12	17	21	2	2	20	17	
3	21	19	15	10	5	4	3	4	5	10	16	19	20	18	14	9	4	4	3	4	4	7	15	19	3	3	21	19	
4	21	21	18	13	8	3	1	1	3	7	12	16	18	18	16	12	7	3	1	1	1	6	15	17	4	4	21	21	
5	20	21	19	16	11	6	2	1	2	5	8	12	15	16	15	13	9	6	3	2	1	5	10	14	5	5	20	21	
6	18	20	19	17	14	10	6	4	3	4	6	9	12	14	14	13	11	8	6	4	4	6	8	12	6	6	18	20	
7	12	17	18	18	16	15	10	7	5	4	5	7	9	11	12	12	11	10	8	7	6	8	7	10	7	7	12	17	
8	12	14	16	17	16	16	13	10	8	6	5	5	6	8	9	10	11	11	10	9	8	10	8	8	8	8	12	14	
9	10	11	13	15	16	15	15	13	11	9	7	6	5	5	6	7	9	10	11	11	11	13	9	9	9	9	10	11	
10	8	9	10	12	14	13	16	16	15	13	10	7	5	4	3	4	6	9	11	13	12	15	11	10	10	10	8	9	
11	8	7	7	8	10	10	15	17	17	16	13	10	6	3	2	2	4	7	10	13	15	17	14	12	11	11	8	7	
12	9	7	5	5	7	7	14	17	18	18	16	13	9	4	1	2	1	4	8	12	16	18	17	10	12	12	9	7	
13	11	7	4	3	4	3	11	15	18	20	19	16	12	7	2	3	1	3	5	11	15	18	19	17	13	13	11	7	
14	17	12	8	5	4	4	10	15	20	23	24	22	18	12	7	3	1	3	6	11	17	20	23	23	14	14	17	12	
15	20	15	10	5	3	2	7	11	17	21	24	23	20	15	10	5	2	1	4	7	15	18	24	25	15	15	20	15	
16	22	18	12	7	3	2	4	8	13	19	22	24	22	18	13	7	3	1	3	7	12	14	23	25	16	16	22	18	
17	24	21	16	10	5	4	2	5	10	15	20	22	23	20	12	10	5	2	2	5	10	13	21	24	17	17	24	21	
18	25	23	19	13	8	6	2	3	7	12	17	20	22	21	15	12	8	4	3	4	8	11	16	21	18	18	25	23	
19	25	24	21	16	11	10	4	3	5	8	13	17	20	20	16	15	10	7	5	5	7	10	16	23	19	19	25	24	
20	20	9	10	12	13	14	15	14	12	10	8	6	5	4	4	7	8	10	12	13	11	14	10	9	20	20	20	9	
21	8	8	9	10	12	12	15	16	15	13	11	8	5	1	2	4	6	9	12	14	15	17	13	10	21	21	8	8	
22	8	6	6	7	9	9	14	17	17	16	14	11	6	1	3	5	10	7	11	14	16	19	16	13	22	22	8	6	
23	9	6	4	4	5	5	12	16	18	19	17	14	9	5	3	3	6	4	9	13	17	20	18	16	23	23	9	6	
24	12	7	4	2	2	2	9	14	17	20	19	17	12	7	4	3	4	2	6	12	17	20	21	19	24	24	12	7	
25	15	9	4	3	5	10	5	10	15	19	20	19	15	10	2	3	5	10	4	9	15	18	22	21	25	25	15	9	
26	11	9	9	10	12	12	17	20	20	19	17	14	9	4	3	5	6	10	14	17	20	23	24	21	26	26	11	9	
27	15	9	7	7	8	8	15	19	21	22	20	17	12	8	3	3	4	7	12	16	20	23	24	21	27	27	15	9	
28	12	10	7	5	5	12	17	20	23	22	20	15	10	3	3	2	2	5	9	15	20	23	24	21	28	28	12	10	
29	18	12	7	4	3	2	8	13	18	22	23	22	18	13	5	3	2	3	7	12	18	21	25	24	29	29	18	12	
30	21	15	10	3	2	2	5	10	15	20	23	23	20	16	5	5	2	2	5	10	16	21	25	24	30	30	21	15	
31	19	15	9	4	1	1	1	5	10	16	19	21	19	15	10	4	2	2	3	2	4	9	11	20	21	31	31	19	15