

T. SIPIL

2005

**PEMANFAATAN CITRA PENGINDERAAN JAUH  
UNTUK IDENTIFIKASI ARAH DAN BESARNYA SEDIMENTASI  
PADA MUARA SUNGAI BANYUASIN**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Dibuat untuk memenuhi syarat mendegatkan  
Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Diusun Oleh :**

**ARLINCE NOPRIZA**

**03003110011**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2005**

3 07

1

S  
551.353 07  
NDP  
P  
C-050645  
LOW

**PEMANFAATAN CITRA PENGINDERAAN JAUH SRIWIJAYA  
UNTUK IDENTIFIKASI ARAH DAN BESARNYA SEDIMENTASI  
PADA MUARA SUNGAI BANYUASIN**



12247/  
12529

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan  
Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Disusun Oleh :  
ARLINCÉ NOPRIZA  
03003110011**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2005**



**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

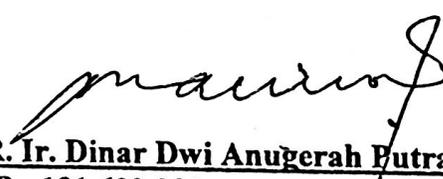
**Nama : ARLINCE NOPRIZA**

**Nim : 03003110011**

**Jurusan : TEKNIK SIPIL**

**Judul Tugas Akhir : PEMANFAATAN CITRA PENGINDERAAN JAUH  
UNTUK IDENTIFIKASI ARAH DAN BESARNYA  
SEDIMENTASI PADA MUARA SUNGAI BANYUASIN**

**Menyetujui,  
Dosen Pembimbing,**

  
**DR. Ir. Dinar Dwi Anugerah Putranto, M.SPJ**  
**NIP : 131 602 983**



**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Nama : ARLINCE NOPRIZA**  
**NIM : 03003110011**  
**Jurusan : TEKNIK SIPIL**  
**Judul Tugas Akhir : PEMANFAATAN CITRA PENGINDERAAN JAUH  
UNTUK IDENTIFIKASI ARAH DAN BESARNYA  
SEDIMENTASI PADA MUARA SUNGAI BANYUASIN**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas sriwijaya,**



**Ir. Hj. Ika Yuliantina, M.S.**  
**NIP : 131 754 952**

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan tugas akhir ini penulis persembahkan kepada :

1. Papa dan Mama yang selalu kurindukan

*Alhamdulillah selesai juga akhirnya...jazakillah Pa n Ma*

2. Kakak-kakakku tersayang

*Lak Jon, Cekyo Yessi, Udo Gaireh, Cak Ani n Abang Oloy...jazakillah, maaf adikmu baru bisa tamat sekarang*

3. Keponakanku yang maniez

*Asrob, Vira n Sheren...i love u n miss u so much...*

4. Dosen Pembimbing

*Bapak DR, Ir. Dinar Dwi Anugerah Putranto, MSPJ...Jazakillah ya Pak*

5. Teman – teman satu tim

*Re2n, Faj, lidy, Maria, Nani n Selva...tengkyu..., insyaallah kalian tau kan apa yang mau aku bilang (aku ga' bisa tulis disini, terlalu panjaaaang dan lebaaar...), tapi satu yang pasti aku sedih kita mau pisah*

6. Adik-adik kos

*Aven, Lia, Sri n Titi...thanks a lot untuk semua yang telah kalian lakukan hanya Allah yang dapat membalas, jaga diri baik-baik ok! ☺*

7. Almamaterku

*Ya Allah...*

*Berkahilah ilmu yang telah kudapat*

*Ridhoi perjalanan hidupku*

*Berilah hamba kesempatan untuk berbakti kepada kedua orangtuaku*

*Semoga ilmu ini bermanfaat untuk dunia dan akhirat...(amin)*

## ABSTRAK

Sedimentasi merupakan salah satu proses dinamis di wilayah perairan. Proses ini tergantung pada berbagai faktor. Pengendapan sedimen dan muatan dasar di muara sungai mengakibatkan alur muara semakin dangkal sehingga kapasitasnya untuk mengalirkan air berkurang dan pemanfaatan alur muara sebagai salah satu jalur transportasi menjadi terhambat.

Perkembangan teknologi penginderaan jauh memberi peluang untuk mengetahui arah dan besarnya sedimentasi. Data digital citra Landsat ETM+ komposit band 123 dan komposit band 321 dapat dimanfaatkan untuk menghitung muatan padatan tersuspensi (MPT) dan muatan dasar (*bed load*), yang dalam pengolahan datanya di analisis dengan menggunakan komputer program ER Mapper Ver. 5.5. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui arah dan debit total muatan sedimen pada muara Sungai Banyuasin, yang dapat digunakan sebagai salah satu parameter untuk perencanaan bangunan pengendali sedimen pada muara Sungai Banyuasin.

Hasil analisis menunjukkan bahwa sedimentasi yang terdapat pada muara Sungai Banyuasin di dominasi oleh debit sungai dan sebagian besar berasal dari bagian hulu sub DAS Banyuasin. Arah arus yang membawa sedimen bergerak dari arah barat daya ke arah timur laut. Perbedaan persentase hasil perhitungan debit muatan sedimen di 30 titik sampel dari citra komposit band 123 dan komposit band 321 sebesar 80.131%. Hal ini dipengaruhi oleh nilai spectral yang didapat pada band 321 lebih tinggi dibandingkan band 123. Karena komposit band 321 memiliki refleksi tinggi untuk sedimen tersuspensi yang membuat sedimen tersuspensi tampak lebih jelas sedangkan komposit band 123 lebih cocok untuk pemetaan kedalaman perairan jernih, sehingga debit muatan sedimen yang didapat oleh band 321 lebih besar daripada band 123.

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas berkah dan rahmatNya sehingga penelitian dan penulisan laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Laporan tugas akhir dengan judul “*Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Untuk Identifikasi Arah dan Besarnya Sedimentasi Pada Muara Sungai Banyuasin*” merupakan sebagian persyaratan yang harus dipenuhi untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya – Sumatera Selatan.

Keberhasilan penyusunan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Pada kesempatan ini penulis menghaturkan rasa terima kasih yang mendalam kepada Dr. Ir. Dinar Dwi Anugerah Putranto, M.SPJ selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan motivasi dengan keikhlasan dan kesabaran selama proses penyusunan laporan tugas akhir ini.

Ucapan terimakasih juga penulis haturkan kepada :

1. Bapak Ir. Hasan Basri, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
2. Ibu Ir. Hj. Ika Yuliantina, M.S., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil
3. Ibu Ir. Erika Buchori, M.Sc., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil
4. Bapak Dr. Ir. Maulid M. Iqbal, M.S., selaku dosen pembimbing akademik
5. Dosen-dosen pengajar di jurusan Teknik Sipil Unsri, atas semua ilmu yang telah diberikan serta seluruh Staff dan Karyawan Jurusan Teknik Sipil Unsri
6. Bapak Budhi Kuswan Susilo, S.T., M.T., terima kasih atas bantuannya
7. Mama, Papa *and all my Family*...makasih banyak atas motivasi yang diberikan untuk penyelesaian studi ini
8. Teman-teman satu tim (Re2n, Faj, Lidy, Maria, Se2l n Nani), adek-adek kos, Sopan, Yuli dan rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil Unsri

Semoga segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis akan diberikan kembali sebagai berkah yang berlimpah dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa

laporan tugas akhir ini jauh dari sempurna, segala kritik dan saran yang bersifat konstruktif akan penulis terima dengan senang hati demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini nantinya.

Akhirnya penulis berharap, mudah-mudahan laporan tugas akhir ini dapat memberikan sedikit sumbangan pengetahuan baru bagi para pembaca dan pemerhati masalah penginderaan jauh khususnya aplikasinya dalam bidang teknik sipil dan bermanfaat dikemudian hari.

Palembang, Maret 2005

Penulis,

Arlince Nopriza

## DAFTAR ISI

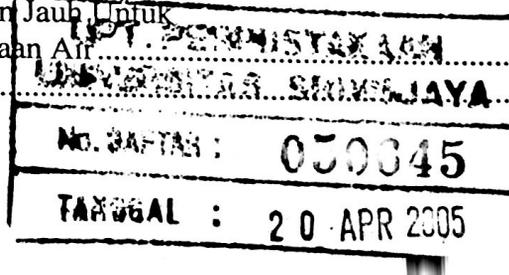
	Halaman
Halaman Judul.....	i
Halaman Persetujuan.....	ii
Halaman Pengesahan .....	iii
Halaman Persembahan .....	iv
Abstrak .....	v
Kata Pengantar .....	vi
Daftar Isi.....	viii
Daftar Tabel .....	x
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Lampiran .....	xii

### BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	3
1.4. Ruang Lingkup Pembahasan.....	3
1.5. Metodologi Penelitian .....	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	4

### BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sedimen.....	5
2.1.1. Pengertian Sedimen dan Sedimentasi .....	5
2.1.2. Angkutan Sedimen ( <i>Sedimen Transport</i> ).....	10
2.1.3. Faktor-Faktor Penentu Besarnya Sedimentasi dan Lajunya Pengendapan.....	11
2.1.4. Dampak Yang Ditimbulkan Oleh Sedimentasi .....	12
2.1.5. Muatan Sedimen.....	13
2.2. Aspek Penginderaan Jauh .....	15
2.2.1. Dasar Fisika Penginderaan Jauh.....	15
2.2.2. Karakteristik Citra Penginderaan Jauh.....	17
2.2.3. Unsur-Unsur Interpretasi Citra.....	18
2.2.4. Karakteristik Citra Landsat-7 ETM+ .....	20
2.2.5. Aplikasi Citra Penginderaan Jauh Untuk Pendugaan Bawah Permukaan Air .....	22
2.3. Pengenalan ER Mapper Ver. 5.5.....	23



2.3.1. Menggunakan Mouse .....	25
2.3.2. Menu Utama ER Mapper .....	26
2.3.3. Kotak Dialog ER Mapper.....	27
2.3.4. Kotak Dialog Memilih File .....	27
<b>BAB III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
3.1. Diagram Alur Penelitian .....	29
3.2. Bahan dan Alat Penelitian.....	30
3.3. Jalannya Penelitian.....	30
3.3.1. Pengolahan Data Citra.....	30
3.3.2. Perhitungan Konsentrasi MPT .....	32
3.3.3. Perhitungan Konsentrasi Muatan Dasar .....	32
3.3.4. Perhitungan Debit Total Muatan Sedimen ( $Q_s$ ) .....	34
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>35</b>
4.1. Deskripsi Daerah Penelitian.....	35
4.2. Interpretasi Citra Untuk Arah Sedimentasi .....	36
4.3. Konsentrasi MPT dan Konsentrasi Muatan Dasar .....	42
4.4. Debit Total Muatan Sedimen ( $Q_s$ ).....	51
4.5. Perbandingan Debit Sedimen ( $Q_s$ ) Band 123 dan Band 321 .....	55
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>58</b>
5.1. Kesimpulan .....	58
5.2. Saran.....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>60</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
II.1. Klasifikasi muatan sedimen .....	9
II.2. Perbandingan muatan dasar terhadap muatan suspensi .....	14
II.3. Kisaran spektrum panjang gelombang, resolusi spasial, dan penerapan citra Landsat ETM+ .....	21
IV.1. Penutup dan penggunaan lahan pada sub DAS Banyuasin.....	41
IV.2. Pembagian klas konsentrasi sedimen citra komposit band 123 .....	43
IV.3. Pembagian klas konsentrasi sedimen citra komposit band 321 .....	44
IV.4. Resume nilai digital tiap band, nilai konsentrai MPT dan muatan dasar di masing-masing titik sampel untuk komposit band 123 .....	47
IV.5. Resume nilai digital tiap band, nilai konsentrai MPT dan muatan dasar di masing-masing titik sampel untuk komposit band 321 .....	48
IV.6. Kecepatan arus sungai Banyuasin pada 31 titik.....	52
IV.7. Debit total sedimen untuk citra komposit band 123 .....	53
IV.8. Debit total sedimen untuk citra komposit band 321 .....	54
IV.9. Perbandingan debit sedimen (Qs) band 123 dengan band 321 .....	55

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
II.1. Skema angkutan sedimen.....	8
II.2. Klasifikasi angkutan sedimen .....	9
II.3. Sketsa sebaran vertikal kecepatan aliran konsentrasi sedimen dan volume sedimen.....	15
II.4. Spektrum elektromagnetik dan saluran yang digunakan dalam penginderaan jauh.....	16
II.5. Menu Utama ER Mapper .....	26
II.6. Contoh kotak dialog ER Mapper.....	28
II.7. Kotak dialog pemilihan file ER Mapper .....	28
III.1. Tampilan citra setelah dilakukan <i>cropping</i> dan <i>region</i> .....	31
III.2. Luas perairan hasil analisis citra .....	31
III.3. Perhitungan log (s) pada citra .....	33
III.4. Perhitungan log ( <i>chl-a</i> ) pada Citra.....	33
IV.1. Perbandingan kecerahan citra Landsat ETM+ daerah penelitian.....	38
IV.2. Arah sedimentasi pada daerah penelitian.....	39
IV.3. Nilai interval histogram log MPT band 123 .....	45
IV.4. Nilai interval histogram log muatan dasar band 123 .....	45
IV.5. Nilai interval histogram log MPT band 321 .....	46
IV.6. Nilai interval histogram log muatan dasar band 321 .....	46
IV.7. Distribusi konsentrasi sedimen (mg/l) komposit band 123.....	49
IV.8. Distribusi konsentrasi sedimen (mg/l) komposit band 321 .....	50
IV.9. Grafik perbandingan debit sedimen band 123 dengan band 321 .....	56

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Peta batas sub DAS wilayah penelitian
- Lampiran 2. Peta pemanfaatan lahan wilayah penelitian
- Lampiran 3. Lokasi penempatan titik sampel perhitungan konsentrasi sedimen dan penampang melintang muara
- Lampiran 4-a. Titik koordinat potongan melintang muara
- Lampiran 4-b. Penampang melintang muara potongan A-A' dan B-B'
- Lampiran 4-c. Penampang melintang muara potongan C-C' dan D-D'
- Lampiran 4-d. Penampang melintang muara potongan E-E' dan F-F'
- Lampiran 4-e. Penampang melintang muara potongan G-G' dan H-H'
- Lampiran 4-f. Penampang melintang muara potongan I-I' dan J-J'
- Lampiran 4-g. Penampang melintang muara potongan K-K' dan L-L'
- Lampiran 4-h. Penampang melintang muara potongan M-M' dan N-N'
- Lampiran 4-i. Contoh perhitungan luas penampang
- Lampiran 4-j. Tabel perhitungan luas penampang dan debit arus rata-rata
- Lampiran 5. Surat-surat

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Provinsi Sumatera Selatan pada khususnya mempunyai sungai-sungai dengan lebar alur yang sangat besar, dan banyak dimanfaatkan untuk keperluan transportasi dari pedalaman hingga ke daerah kota-kota kecamatan, terutama untuk angkutan penumpang dan hasil perkebunan dari daerah pedalaman. Sementara kondisi sungai-sungai yang ada di propinsi Sumatera Selatan dari waktu ke waktu mengalami pendangkalan, salah satunya yaitu yang terjadi pada muara sungai Banyuasin yang disebabkan karena pengaruh besarnya erositivitas di daerah hulu sungai.

Sedimen adalah hasil proses erosi, baik berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya (Asdak, 2002). Informasi tentang sedimentasi (pengendapan) secara lengkap sangat diperlukan dalam perencanaan suatu DAS ataupun wilayah pesisir karena mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap bangunan-bangunan tepi pantai/sungai dan lalu lintas pelayaran.

Menurut Triatmodjo (2003) bangunan-bangunan sungai ataupun laut harus dibuat sedemikian rupa sehingga sedimentasi yang terjadi harus sesedikit mungkin (kalau bisa tidak ada) untuk itu didalam perencanaan bangunan-bangunan sungai ataupun laut harus ditinjau permasalahan sedimentasinya. Adanya sedimentasi pada sungai tentu sangat menghambat lalu lintas pelayaran yang dipengaruhi oleh adanya pasang surut, dimana saat pasang akan dapat dipergunakan tetapi pada saat surut tidak dapat dilayari oleh kapal-kapal yang cukup besar, karena adanya pendangkalan alur akibat adanya sedimentasi lumpur yang cukup tinggi setiap tahunnya.

Di sisi lain, perkembangan teknologi penginderaan jauh, khususnya untuk bidang kelautan memberi peluang untuk mempelajari penyebaran sedimen (tersuspensi) di lingkungan perairan, termasuk pada daerah yang sulit dijangkau melalui survei lapangan. Bila dibandingkan dengan teknik pemetaan konvensional, maka teknik penginderaan jauh dapat memetakan areal penelitian yang lebih luas

secara bersamaan dan pada periode pengulangan (*return period*) yang lebih pendek, sehingga kebutuhan waktu, tenaga, dan biaya dapat diminimalkan.

Salah satu wahana penginderaan jauh yang umum dijumpai dewasa ini adalah Landsat, yang pada perkembangan termuktahirnya (Landsat 7) membawa sensor *Enhanced Thematic Mapper* (ETM+) juga sudah jamak digunakan untuk pemetaan lingkungan perairan pantai dan laut. Landsat ETM+ merupakan salah satu citra satelit yang mempunyai resolusi temporal sangat tinggi, disamping resolusi spasialnya yang baik. Landsat ETM+ dapat melakukan perekaman ulang pada daerah yang sama dalam jangka waktu 16 hari dengan resolusi spasial 30 m. Citra Landsat ETM+ yang terdiri dari beberapa band (saluran) yang dapat dikombinasikan dengan beberapa saluran yang berbeda sehingga dapat digunakan untuk mengenali beberapa objek yang berbeda-beda dari nilai pixel (*Picture Element*) yang dipunyai.

Konsentrasi Muatan Padatan Tersuspensi (MPT) dan Muatan Dasar (*Bed Load*) dapat dihitung dengan menggunakan komposit (kombinasi) band 123 dan komposit (kombinasi) band 321 dari hasil citra Landsat ETM+ yang mempunyai resolusi temporal sangat tinggi. Penelitian ini berlokasi di daerah muara Sungai Banyuasin, Kabupaten Banyuasin.

## 1.2. Perumusan Masalah

Dinamika geomorfologi Daerah Aliran Sungai (DAS), hingga ke daerah hilir muara sungai seperti jenis tanah, komunitas tanaman, jenis pemanfaatan lahan, kondisi batuan, kondisi garis pantai atau tepi sungai pada umumnya memiliki kontras warna yang berbeda pada citra penginderaan jauh. Dengan menganalisis susunan nilai pixel (*Picture Element*) yang memancarkan spectral kondisi objek-objek seperti tersebut di atas, dapat digunakan sebagai indikator untuk menginterpretasi posisi garis pantai atau tepi sungai, arah arus, kondisi DAS, kondisi pasang surut dan kedalaman pantai atau tepi sungai serta untuk pengukuran pantai atau tepian sungai yang tererosi maupun sedimentasi.

Dalam penelitian ini yang merupakan bagian dari suatu penelitian pendekatan teknik penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk analisis laju

sedimentasi di muara Sungai Banyuasin dengan melakukan pemetaan daerah DAS guna mengetahui susunan dan kondisi pemanfaatan lahan, kondisi daerah pengaliran sungai, arah dan besarnya laju sedimentasi, proses geomorfologi DAS, bentuk dan lebar tebing sungai, serta besarnya erosivitas pada sub DAS Banyuasin. Atas dasar tersebut di atas maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah berupa susunan nilai pixel (*Picture Element*) yang dipancarkan pada komposit band (saluran) 123 dan komposit band (saluran) 321 yang digunakan dalam mengenali arah dan perbedaan besarnya sedimentasi, perhitungan konsentrasi MPT, konsentrasi muatan dasar (*bed load*), serta total debit muatan sedimen ( $Q_s$ ).

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1) Untuk mengetahui arah gerakan dan distribusi sedimentasi serta besarnya total muatan sedimen ( $Q_s$ ) pada muara Sungai Banyuasin.
- 2) Mengetahui perbandingan hasil perhitungan total muatan sedimen dari citra Landsat ETM+ komposit band 123 dengan komposit band 321 pada daerah muara Sungai Banyuasin.

### 1.4. Ruang Lingkup Pembahasan

Ruang lingkup penulisan dalam tugas akhir ini dibatasi pada perbandingan hasil pemanfaatan citra penginderaan jauh Landsat-7 ETM+ komposit band 123 dan komposit band 321 yang digunakan untuk mengenali arah sedimentasi, perhitungan konsentrasi MPT (Muatan Padatan Tersuspensi) dan konsentrasi muatan dasar (*bed load*) pada muara Sungai Banyuasin.

### 1.5. Metodologi Penelitian

Lokasi penelitian dilaksanakan di wilayah sub DAS Banyuasin, kabupaten banyuasin, dengan teknik penginderaan jauh (*Remote Sensing*) dengan pemanfaatan citra penginderaan jauh landsat ETM+. Adapun tahap-tahap penelitian :

- 1) Mengumpulkan data sekunder yang diperoleh dari peta topografi, citra satelit dan data kecepatan arus sekitar muara Sungai Banyuasin.
- 2) Interpretasi citra untuk visualisasi penafsiran arah sedimentasi.
- 3) Pengolahan data, dimana data tersebut didapat dari nilai pixel (*Picture Element*) yang dipancarkan oleh komposit band 123 dan komposit band 321 citra landsat ETM+ yang digunakan untuk perhitungan konsentrasi MPT dan konsentrasi muatan dasar di perairan muara Sungai Banyuasin.
- 4) Analisis hasil dan kesimpulan, didapat total debit sedimen ( $Q_s$ ) dan perbandingan total debit sedimen ( $Q_s$ ) berdasarkan hasil perhitungan menggunakan citra penginderaan jauh komposit band 123 dan komposit band 321.

## 1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan ini disajikan dalam 5 bab secara sistematis seperti yang diuraikan dibawah ini :

- Bab I : merupakan bab pendahuluan yang menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.
- Bab II : merupakan bab yang membahas mengenai studi pustaka berupa informasi bahan-bahan yang didapat dari pustaka yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.
- Bab III : merupakan bab yang membahas mengenai metode analisis data yang digunakan dalam penelitian.
- Bab IV : merupakan bab yang mempresentasikan data penelitian, menganalisis dan menginterpretasikan arah sedimentasi, menghitung konsentrasi sedimen dan debit muatan sedimen.
- Bab V : merupakan tahapan akhir dari penulisan yang memuat kesimpulan dan saran

## DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S., *Konservasi Tanah dan Air*, Penerbit IPB Bogor, Bogor, 1989.
- Asdak, C., *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1985.
- Anonimus, *PJ – SIG*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2003.
- Budhiman, S., *Pengenalan ER Mapper Ver. 5.5*. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), Pare-Pare, 2001.
- Danoedoro, P., *Pengolahan Citra Digital : Teori dan Aplikasinya Dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 1996.
- Howard, J. A., *Penginderaan Jauh Untuk Sumber Daya Hutan : Teori dan Aplikasinya*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1996.
- Hutauruk, R. W., *Estimasi Fluks Sedimen Dengan Menggunakan Data Digital Landsat ETM+*. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2004. (Tidak Dipublikasikan)
- Helena, S., *Sumbangan Sedimen dari Sub DAS Panasen dan Noongan Terhadap Pendangkalan Danau Tondano di Sulawesi Utara*. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 2001. (Tidak Dipublikasikan)
- Isnani, Y., *Analisis Morfologi Sungai dan Proses Sedimentasi Di Muara Sungai Banyuasin Sumatera Selatan*. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, 2005. (Tidak Dipublikasikan)
- Lillesand, T. and Kiefer, R. W., *Penginderaan Jauh dan Interpretasi citra*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1990.
- Lo, C. P., *Penginderaan Jauh Terapan*. Universitas Indonesia Press, Jakarta, 1996.
- Paine, D. P., *Fotografi Udara dan Penafsiran Citra Untuk Pengelolaan Sumber Daya*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1992.
- Purwadhi, F. S., *Interpretasi Citra Digital*. Grasindo PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta, 2001.
- Sabins, F. F. Jr., *Remote Sensing : Priciple and Interpretation*. W. H. Freeman and Company, New York, 1987.

- Surbakti, H. dan Agussalim, A., *Diktat Praktikum Penginderaan Jauh Kelautan*. Program Studi Ilmu Kelautan, FMIPA Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, 2004.
- Sutanto, *Penginderaan Jauh Jilid 2*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 1994.
- Suharsono, P., *Model Untuk Pendugaan Muatan Sedimen Tersuspensi Menggunakan Data Penginderaan Jauh*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 1998. (Tidak Dipublikasikan)
- Triadmodjo, B., *Pelabuhan*. Beta Offset, Yogyakarta, 2003.