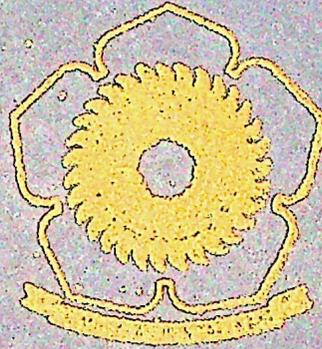


**ANALISIS MORFOLOGI SUNGAI DAN PROSES SEDIMENTASI
DI MUARA SUNGAI BANYUASIN
SUMATERA SELATAN**



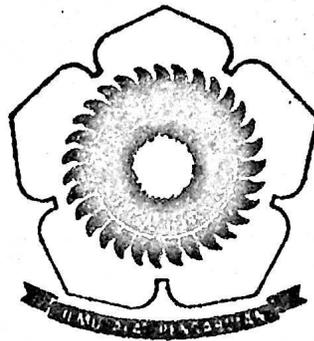
LAPORAN TUGAS AKHIR
Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil
Universitas Sriwijaya

Oleh :
Isnani Yudianti
03003110091

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2005

627.122.07
Fuh
a
2005

**ANALISIS MORFOLOGI SUNGAI DAN PROSES SEDIMENTASI
DI MUARA SUNGAI BANYUASIN
SUMATERA SELATAN**



R. 12159
12441

LAPORAN TUGAS AKHIR
Dibuat Untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil
Universitas Sriwijaya

Oleh :
Isnani Yuniarti
03003110091

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2005

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Isnani Yuniarti
NIM : 03003110091
Jurusan : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : ANALISIS MORFOLOGI SUNGAI DAN
PROSES SEDIMENTASI DI MUARA
SUNGAI BANYUASIN SUMATERA
SELATAN

PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Tanggal, 19/03/2005
PEMBIMBING UTAMA,



DR. Ir. DINAR D. A. PUTRANTO, MSPJ
NIP. 131 602 983

Tanggal, 21/07-2005
PEMBIMBING KEDUA,



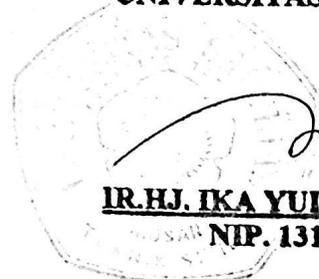
BUDHI KUSWAN SUSILO, ST. MT
NIP. 132 231 661

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : Isnani Yuniarti
NIM : 03003110091
Jurusan : Teknik Sipil
**Judul Tugas Akhir : ANALISIS MORFOLOGI SUNGAI DAN
PROSES SEDIMENTASI DI MUARA
SUNGAI BANYUASIN SUMATERA
SELATAN**

**MENGETAHUI,
KETUA JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**



IR.HJ. IKA YULIANTINA, MS
NIP. 131754952

السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

*Ketika ku mohon pada Allah kekuatan
Allah memberiku kesulitan
Untuk membuatku tegar*

*Ketika ku mohon pada Allah kebijaksanaan
Allah memberiku masalah untukku pecahkan
Agar aku lebih bijaksana*

*Ketika ku mohon pada Allah kesejahteraan
Allah memberiku akal untuk berfikir
Untuk mencari kemakmuran*

*Ketika ku mohon pada Allah keberanian
Allah memberiku kondisi bahaya untuk kuatasi*

*Ketika ku mohon pada Allah sebuah cinta
Allah memberiku orang-orang bermasalah
Untuk kutolong dan kucintai*

*Ketika ku mohon pada Allah bantuan
Allah memberiku kesempatan
Untukku berusaha lebih kuat lagi*

*Aku tak pernah menerima apa yang aku pinta
Tapi aku menerima apa yang aku butuhkan*

“Doaku Terjawab Sudah”



**“Mengapa harus menyerah
Jika berdiam diri tidak membuat waktu berhenti
Rintangan hanyalah sebuah jeda kehidupan
Penguji ketulusan berjuang jihad menggapai Ridho-Nya”
Laa tahzan... inna ma'al 'usri yusran (Qs, 94:6)**

**Ku persembahkan buat
Ibundaku, Ayahku, Bang Sandi dan Kak In
Aku tahu, di setiap langkahku
Di Setiap waktuku
Ada doa bunda mengiringiku**

Ku persembahkan juga buat

-  *Pak Dinar dan Pak Budhi serta keluarganya yang selalu kami susahkan*
-  *Temen-temen satu team*
-  *Orang-orang yang pernah kususahkan, terutama saat di Jogja*
-  *Almamater dan Bangsaku*
-  *Seseorang yang kelak akan menjadi pendamping hidupku (siapapun engkau)*

*Jazzakumullah untuk pikiran yang telah dicurahkan, untuk waktu yang telah diluangkan,
untuk segala yang dikorbankan, untuk semangat yang dikobarkan, untuk marah yang
ditahankan, untuk kecawa yang disembunyikan, untuk kesalahan yang dimaafkan, untuk
air mata yang diteteskan dan untuk cinta yang dibagikan*

ANALISIS MORFOLOGI SUNGAI DAN PROSES SEDIMENTASI DI MUARA SUNGAI BANYUASIN SUMATRA SELATAN

ABSTRAKSI

Sungai merupakan suatu tubuh perairan yang dinamik dan merupakan bagian yang paling penting dari lingkungan fisik. Hal ini disebabkan sungai dapat mengalami perubahan-perubahan dalam fungsi waktu. Perubahan-perubahan yang terjadi pada sungai karena proses pengikisan, pengangkutan dan pengendapan. Dalam merespon pengaruh ini sungai akan melakukan penyesuaian pada morfologi kanalnya (*channel morphological adjustments*).

Penelitian yang berlokasi di Muara Sungai Banyuasin Sumatra Selatan ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik bentuk morfologi tiap penampang sungai dan proses sedimentasi di Muara Sungai. Penulis membatasi ruang lingkup permasalahan yaitu pada bentuk morfologi sungai dan proses sedimentasi di muara sungai. Sungai sendiri berdasarkan bentuk alur sungai dikelompokkan menjadi tiga yaitu pola *mendering* (berkelok), *braided* (teranyam) dan *straight* (lurus). Sungai meandering adalah sungai yang memiliki daerah endapan dan erosi. Berarti sungai meandering memiliki kecepatan aliran yang berbeda dalam satu penampang.

Dengan olahan Data Citra Landsat ETM+7 dengan RGB 321 (Nopriza, 2005) diinterpretasi bahwa sebagian besar butiran sedimen itu berasal dari hulu sungai. Dan dari peta bathimetri Sungai Banyuasin yang kemudian dengan interval 1 km didapat potongan penampang melintang. Dari potongan penampang melintang dapat disimpulkan bahwa Sungai Banyuasin adalah sungai dengan bentuk alur berpola *meandering*, memiliki gradient lembah berbentuk huruf "U", kemiringan sungai rendah, aliran sungai tidak deras dan dijumpai bukit-bukit pasir akibat sedimentasi. Bukit-bukit pasir akibat sedimen menyebabkan distribusi aliran sungai menyebar menjadi empat bagian. Distribusi aliran yang menyebar kemudian kembali menyatu pada mulut sungai sebelum di bawa ke Selat Bangka.

KATA PENGANTAR

Sebuah tugas sebagai langkah awal menuju masa depan telah dapat terselesaikan. Sebuah pekerjaan yang sebelumnya Penulis bayangkan akan sulit terselesaikan. Hanya berkat Rahmat dan Hidayah Allah SWT Sang Pemilik Kuasa, Penulis akhirnya berketetapan hati untuk menyelesaikannya. Syukur Penulis sangatlah tak terkira kepada Nya, hanya Allah yang tahu jalan panjang yang berliku yang telah Penulis tempuh.

Penulis juga menggunakan kesempatan ini untuk menyampaikan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada Bapak Dr. Ir. Dinar Dwi Anugerah Putranto, MSPJ selaku pembimbing utama dan Bapak Budhi Kuswan Susilo, ST, MT selaku Pembimbing kedua, yang telah banyak memberikan masukan, saran-saran dan kesabarannya dalam membantu Penulis menyelesaikan tugas akhirnya. Ucapan terima kasih ini juga Penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Ir Hasan Basri, DEA Selaku Dekan Fakultas Teknik
2. Ibu Ir. Hj. Ika Yuliantina, MS selaku ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Erika Buchari, MSc selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Ice, Rena, Maria, Lidya, Selva, Fajrika yang sama-sama satu team. *U know guys, may be i can't do anything without u all.* Kalianlah yang telah banyak mengobati kelelahan fisik dan bathinku lewat canda dan diskusinya. Hidup ini indah ternyata.
5. Teman-teman seperjuangan. Meme, Nana, Defi, dan adik-adik tingkat. Maaf merepotkan. Mungkin kalian tidak pernah tahu betapa berterimakasihnya Penulis atas bantuan kalian.
6. Teman-teman sejurusan dan seangkatan. Kita punya kenangan indah selama bersama, dalam mengerjakan tugas-tugas yang telah diberikan dosen untuk kita atau dalam waktu-waktu kita yang kita habiskan saat kuliah bersama.
7. "Bengkel Ukhuwah", terkhusus akhwat. Terutama akhwat tambang (Iyul dan Ninuk) yang sabar *ngajari* penulis dalam menyelesaikan skripsinya. Kapan *mabit* lagi? Kalian adalah teman-teman yang tak bisa terhapuskan oleh waktu sekalipun.

8. UKM Nadwah, ter-spesial temen-temen satu divisi (Defi, Desi, Bapak Kadiv. Pani dan Hepis) dan Kadep. Pipit yang selalu tersenyum. Maaf tidak bisa banyak membantu. Terimakasih atas doa-doa yang selalu dilantunkan setiap malam untukku.
9. Bang Sandi dan Kak Iin yang selalu sabar dengan keegoisan Penulis selama menyusun tugas akhir ini.
10. Bunda dan Ayahku. Aku tak tahu kata apa yang tepat untuk mewakili sembah sujudku pada kalian, yang telah membesarkanku, mendidikku dan mencurahkan segenap cintanya untukku. Semoga Allah menjadikan momentum ini sebagai langkah awalku untuk membalas semua cinta kalian padaku. Amin.
11. Terakhir kepada Almamater dan Bangsaku, aku bangga menjadi bagian dari kampus ini.

Atas segala bimbingan dan bantuan serta dorongan yang tidak ternilai harganya penulis panjatkan doa semoga mendapat Taufik dan Hidayah dari Allah SWT.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini, Penulis menyadari kekurangan yang Penulis lakukan. Oleh karena itu Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan tugas akhir ini. Mudah-mudahan tugas akhir ini ada manfaatnya bagi penulis khususnya dan bagi pembaca yang budiman umumnya.

Palembang, Februari 2005

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Persetujuan	ii
Abstraksi	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	x
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Permasalahan	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Morfologi Sungai	5
2.1.1 Faktor Pembentuk Alur Morfologi Sungai	5
2.1.2 Konsep Keseimbangan Dalam Morfologi Sungai	5
2.1.3 Faktor Perubahan Morfologi	6
2.2 Sungai	6
2.3 Unsur Geometrik Sungai	7
2.3.1 Zona Memanjang	8
2.3.2 Zona Melintang	8
2.4 Perilaku Sungai	9
2.4.1 Pertemuan Dua Sungai	10
2.4.2 Hidrolikas Sungai	11
2.4.3 Aliran dasar Sungai dan Kecepatan Aliran	11
2.5 Pengelompokan Sungai Berdasarkan Bentuk dan Struktur Dasar Sungai	12
2.5.1 Pengelompokan Sungai Berdasarkan Bentuk Alur Sungai	12
2.5.2 Struktur Dasar Sungai	15
2.6 Muara Sungai	16
2.6.1 Muara yang Didominasi Gelombang Laut	17
2.6.2 Muara yang Didominasi Debit Sungai	18
2.6.3 Muara yang Didominasi Pasang Surut	19
2.7 Erosi dan Sedimentasi	20
2.7.1 Pengertian Erosi	20

UPT. PENYIARAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
NO. DAFTAR : 050073
TANGGAL : 04 APR 2005

2.7.2	Pengertian Sedimen dan Sedimentasi	22
2.7.3	Muatan Sedimen	24
2.7.4	Angkutan Sedimen	25
2.7.5	Dampak yang Ditimbulkan Oleh Sedimen	25
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Bahan dan Alat	27
3.2	Sistematika Penelitian	27
3.3	Metode Analisis	30
 BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		
4.1	Keadaan Umum Daerah Penelitian	31
4.1.1	Kondisi Geografis	31
4.1.2	Kondisi Geologi	33
4.2	Interpretasi Citra Daerah Muara Sungai Banyuasin	34
4.3	Kajian Morfologi	35
4.3.1	Zona Memanjang	36
4.3.2	Zona Melintang	38
 BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	46
5.2	Saran	47
 DAFTAR PUSTAKA		48
 LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1 Koordinat Potongan Melintang Sungai	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Bentuk-bentuk Pertemuan Sungai	11
2.2 Sungai Lurus.....	13
2.3 Sungai <i>Braided</i> (teranyam)	14
2.4 Sungai Ber- <i>meander</i>	15
2.5 Pola Sedimen Muara Sungai yang Didominasi Gelombang	18
2.6 Pola Sedimen Muara Sungai yang Didominasi Debit Sungai	19
2.7 Pola Sedimen Muara Sungai yang Didominasi Pasang Surut	20
2.8 Proses Terbentuknya Meandering	22
2.9 Sketsa Sebaran Vertikal Kecepatan Aliran Konsentrasi Sedimen dan Volume Sedimen	25
3.1 Diagram Alur Kerja Penelitian	29
3.2 Diagram Metode Analisis	30
4.1 Lokasi Penelitian	32
4.2 Peta Sebaran Sedimen	33
4.3 Interpretasi Citra Untuk Asal Sumber Material Sedimentasi	34
4.4 Hasil Pengendapan Sedimen	35
4.5 Peta Bathimetri Muara Sungai Banyuasin	37
4.6 Peta Bathimetri yang telah Dipotong Perpenampang	39
4.7 Penampang Muara Sungai Banyuasin	41
4.8 Distribusi Aliran Muara Sungai Banyuasin	44

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai merupakan suatu tubuh perairan yang dinamik dan merupakan bagian yang paling penting dari lingkungan fisik (Knighton, 1984). Hal ini disebabkan sungai dapat mengalami perubahan-perubahan dalam fungsi waktu. Perubahan-perubahan yang terjadi pada sungai karena proses pengikisan, pengangkutan dan pengendapan sehingga sungai sangat berperan dalam membentuk permukaan bumi, bahkan membentuk hidup manusia.

Schumm (1997) menerangkan bahwa sungai merupakan bagian dari sistem fluvial yang terbuka. Sebagai suatu sistem yang terbuka yang selalu menerima pengaruh faktor dari dalam maupun faktor dari luar sistem, sungai akan selalu dipengaruhi oleh faktor-faktor tersebut. Dalam merespon pengaruh ini sungai akan melakukan penyesuaian pada morfologi kanalnya (*channel morphological adjustments*) sehingga menyebabkan terjadinya perubahan pada morfologinya.

Ketidakstabilan ini dikontrol oleh penggerusan dan pengendapan sedimen. Peristiwa ini tidak berdiri sendiri, tetapi terjadi karena adanya interaksi antara material pembentuk badan sungai dengan aliran, baik sebagai media penggerus maupun sebagai media pembawa. Proses-proses tersebut mengakibatkan terjadinya erosi dan sedimentasi di muara sungai tersebut, terutama muara Sungai Banyuasin yang terletak dipesisir timur Propinsi Sumatera Selatan.

Proses percepatan aliran sungai menyebabkan terjadinya erosi atau penggerusan pada dinding dan dasar sungai sehingga terbentuk kanal sungai. Sebaliknya karena kecepatan aliran akibat gesekan pada dinding dan dasar sungai lambat-laut menyebabkan kecepatan berkurang dan terjadi pengendapan.

Muara Sungai Banyuasin sendiri awalnya akan dibangun pelabuhan Tanjung Api-api. Banyak Pelabuhan yang ada di Indonesia bermasalah dengan adanya sedimen yang berlebihan. Masalah sedimen ini akan terus berlanjut seiring dengan eksistensi sungai. Seperti itu pula permasalahan yang ada di Pelabuhan Boom Baru.

Cerita pendangkalan dan pengerukan dengan biaya yang sangat besar, merupakan satu sisi beban berat bagi transportasi di sungai ini. Sehingga Pelabuhan Boom Baru sudah tidak efisien lagi bagi transportasi masa depan.

Gubernur Sumatera Selatan Rosihan Arsyad mengatakan, Pelabuhan Boom Baru memang sudah tidak mampu lagi mengatasi perkembangan zaman. Makanya, jalan satu-satunya untuk meningkatkan daya saing Propinsi Bumi Sriwijaya ini tidak lain adalah membangun Pelabuhan Samudera Tanjung Api-api di Musi Banyuasin.

Tetapi dalam pembangunannya, perlu dilakukan penelitian yang lebih dalam tentang Sungai Banyuasin sendiri. Penelitian tersebut bertujuan agar kejadian di Bengkulu tidak terulang kembali. Karena itu sebelum membangun pelabuhan sebaiknya dilakukan penelitian terlebih dahulu, terutama tentang morfologi kanal sungai tersebut dengan cara mempelajari karakteristik tiap penampang melintang muara sungai di daerah yang akan dibangun nanti, sehingga dapat diketahui morfologi muara Sungai Banyuasin berdasarkan analisis penampang kanal sungai.

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 diatas, dapat digunakan sebagai indikator untuk menginterpretasi posisi garis pantai atau tepi sungai, arah arus, kondisi daerah aliran sungai (DAS), kondisi pasang surut dan kedalaman pantai atau tepi sungai. Sedang untuk pantai atau tepian sungai yang tererosi maupun sedimentasi dapat diukur dengan menggunakan citra satelit yang diambil pada tahun yang berbeda dan pengambilan sample di lapangan

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, dilakukan pemetaan daerah DAS guna mengetahui susunan dan kondisi pemanfaatan lahan, kondisi daerah pengaliran

sungai, arah dan besarnya laju sedimentasi, proses geomorfologi Darah Aliran Sungai, bentuk dan lebar sungai, serta besarnya erosivitas pada Sub DAS Banyuasin. Atas dasar tersebut diatas masalahnya adalah bagaimana mengetahui karekteristik sungai untuk analisis morfologi sungai dan bagaimana proses sedimentasi terjadi di muara sungai.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah:

- (1) Mempelajari karakteristik morfologi kanal Sungai Banyuasin.
- (2) Mengetahui proses sedimentasi yang terjadi di muara Sungai Banyuasin.

1.4 Ruang Lingkup Permasalahan

Pada penelitian ini Penulis melakukan studi tentang bentuk morfologi sungai dan proses sedimentasi yang ada di daerah muara sungai. Besar kecepatan aliran sungai akan mempengaruhi gerusan pada dinding dan dasar kanal sungai. Besarnya kecepatan aliran di tentukan secara relatif terhadap posisi morfologi kanal sungai.

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan Tugas Akhir ini terdiri dari 5 BAB yang penjabarannya sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini mencakup latar belakang, tujuan, ruang lingkup, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang morfologi sungai, macam-macam alur dan aliran serta pengetahuan ataupun teori yang mendukung penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Merupakan Bab yang membahas mengenai metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV PEMBAHASAN

Berisi pembahasan mengenai judul yang diambil.

BAB V PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, S., 1989, *Konservasi Tanah dan Air*, IPB Press, Bogor.
- Asdak, C., 2002, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Boggs, S. JR., 1995, *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*, New Jersey.
- Chow, V. T., 1997, *Hidrolika Saluran Terbuka*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Dinas Hidro-Oseanografi, 2000, *Laporan Survey dan Pemetaan Hidro-Oseanografi Tanjung Api Api Sumatera Selatan*, Jakarta.
- Fuady, A., 2003, Skripsi dengan judul *Study Model Fisik Pengaruh Krib terhadap Gerusan pada Tebing Sungai Indragiri di Lubuk Jambi Propinsi Riau*, Fakultas Teknik Sipil UGM, Yogyakarta.
- Hakim, L., 2004, Tesis dengan judul *Analisis Pemilihan Lokasi Dermaga Pelabuhan Peti Kemas Di Tanjung Api-api*, Program Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Linsley, JR, Ray K, 1989, terjemahan Yani Sianipar dan Edi Haryadi, *Hidrologi Untuk Insinyur*, Edisi Ketiga, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Maryono, A., 2002, *Eko-Hidraulik Pembangunan Sungai*, Program Magister Sistem Teknik Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Maryono, A., 2002, *Pembangunan Sungai Dampak dan Restorasi Sungai*, Program Magister Sistem Teknik Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Purwanti, N., 2001, Skripsi dengan judul *Pengaruh Morfologi Sungai Ogan Terhadap Pembentukan Danau di Daerah Peninjauan OKU*, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Palembang.
- Soekarno, I., 1997, *Diktat Morfologi dan Hidraulika Sungai*, Kelompok Bidang Keahlian Teknik Sumber Daya Air Jurusan Teknik Sipil ITB, Bandung.
- Sosrodarsono, S., Masateru Tominaga, 1984, *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*, Penerbit PT Pradnya Paramita, Jakarta.

Syafrizan, 1999, Skripsi dengan judul *Perubahan Morfologi Sungai Progo Hilir Pada Batu Gamping dan Aluvium dari Tahun 1963 Hingga Tahun 1998 di Daerah Istimewa Yogyakarta*, Fakultas Geografi UGM, Yogyakarta.

Triatmodjo, B., 1999, *Teknik Pantai*, Beta Offset, Yogyakarta.

Utomo, W. H., *Erosi dan Konservasi Tanah*. Communications Soil Science Universitas Brawijaya, Malang, 1987.