

PENGARUH EROSI TERHADAP BESARNYA SEDIMENTASI
PADA SUNGAI LEMATANG KECAMATAN MERAPI
KABUPATEN LABAT

T. SIPIL
2008



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

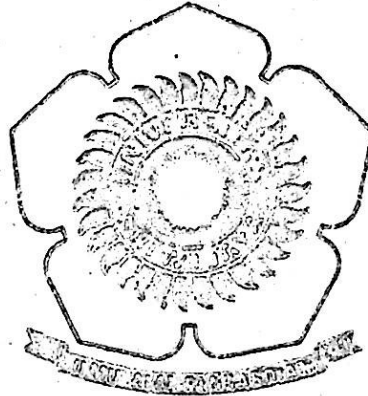
Oleh :

M. ARISANDI MURNANDAR
05042110004

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2008

627.507
Mun
P
e-00123
2008

**PENGARUH EROSI TERHADAP BESARNYA SEDIMENTASI
PADA SUNGAI LEMATANG KECAMATAN MERAPI
KABUPATEN LAHAT**



- 17915
- 18250

LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh :

M. ARISANDI MUNANDAR
03043110004

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2008**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : MUHAMMAD ARISANDI MUNANDAR

NIM : 03045110004

JURUSAN : TEKNIK SIPIL

**JUDUL : PENGARUH EROSI TERHADAP BESARNYA SEDIMENTASI
PADA SUNGAI LEMATANG KECAMATAN MERAPI
KABUPATEN LAHAT**

Indaralaya, Oktober 2008

Ketua Jurusan,



Ir. H. Imron Fikri Astira, MSc.
NIP. 131 472 645

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : MUHAMMAD ARISANDI MUNANDAR
NIM : 03043110004
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL : PENGARUH EROSI TERHADAP BESARNYA SEDIMENTASI
PADA SUNGAI LEMATANG KECAMATAN MERAPI
KABUPATEN LAHAT**

PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Tanggal

Pembimbing Utama



Ir. Helmi Hakki, MT.
NIP. 131 933 014

"Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, silih bergantinya malam dan siang, bahtera yang berlayar di laut membawa apa yang berguna bagi manusia, dan apa yang Allah turunkan dari langit berupa air, lalu dengan air itu Dia hidupkan bumi sesudah mati (kering)nya dan Dia sebarkan di bumi ini segala jenis hewan, dan pengisaran angin dan awan yang dikendalikan antara langit dan bumi; sungguh (terdapat) tanda-tanda (keesaan dan kebesaran Allah) bagi kaum yang

Memikirkan"
(Q.S. Al-Baqarah: 164)

"Maka sesungguhnya di samping kesulitan itu ada kemudahan"
(Q.S. Alam Nasyrah: 05)

"Ya Tuhan kami, berikanlah kami kebaikan di dunia dan kebaikan di akhirat dan peliharalah kami dari siksa neraka"

*Tidak ada masalah yang terlalu besar untuk diatasi
Tidak ada langkah yang terlalu panjang untuk di jalani
Tidak ada orang yang terlalu sulit untuk dihadapi
Ketika kita mampu menyikapi setiap peristiwa yang terjadi
Dengan hati yang jernih dan kepala yang dingin*

*No failure, only succes delayed
Uncertained life is not worth living*

*Allah senantiasa memberi pertolongan pada saat yang tepat
Tidak pernah terlambat dan tidak pula terlalu cepat.*

Dengan Ridho Allah SWT, skripsi ini kupersembahkan kepada:

- *Alma. Ibunda tercinta, yang slalu ada di sepanjang perjalanan anda*
- *Ayahanda tercinta yang selalu mendoakan keberhasilanku*
- *Saudara-saudaraku yang menantikan keberhasilanku*
- *Belahan jiwaku terkasih yang entah dimana berada*
- *Teman-teman dan Almamaterku*

ABSTRAK

Penelitian ini berjudul “Pengaruh Erosi Terhadap Besarnya Sedimentasi Pada Sungai Lematang Kecamatan Merapi Kabupaten Lahat”. Latar belakang dari pembahasan masalah dalam penelitian ini adalah fenomena hubungan antara erosi sebagai proses penghancuran atau degradasi permukaan bumi, terlepasnya partikel-partikel tanah oleh air, dan sedimentasi yang merupakan proses dari terakumulasinya bahan sedimen hasil erosi. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi lapangan dengan melakukan pengamatan langsung pada lokasi tinjauan yaitu sungai Lematang dengan sampel yang berada pada Desa Lebak Budi Kecamatan Merapi. Tujuan penelitian ini adalah menghitung seberapa besar erosi lahan rata-rata pertahun perhektar dan menggunakan hasil analisa erosi tersebut untuk menghitung seberapa besar sedimen rata-rata pertahun yang tertangkap di sepanjang sungai tersebut.

Selanjutnya dilakukan perhitungan erosi dengan menggunakan metode *Universal Soil Loss Equation (USLE)*. Pada metode ini ada enam komponen pokok yang akan diperhitungkan yaitu, faktor erosivitas, erodibilitas, panjang dan kemiringan lereng, serta faktor pengelolaan cara bercocok tanam dan konservasi tanah. Sementara untuk perhitungan hasil sedimen dihitung melalui perhitungan Nisbah Pelepasan Sedimen (*Sediment Delevery Ratio*) atau yang cukup dikenal dengan SDR. Besarnya SDR dapat diketahui apabila luas daerah tangkapan air (W_s) diketahui. Dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode *USLE* maka didapat hasil erosi lahan rata-rata pertahun perhektar luas lahan yang terjadi di lahan sepanjang sungai adalah sebesar 28,0042 ton/ha/tahun, sedangkan besarnya hasil sedimen akibat erosi lahan di sepanjang sungai yang tertangkap adalah 76,7454 ton/ha. Untuk mengantisipasi erosi lahan yang kemungkinan besar akan terus terjadi dan semakin meningkat jumlahnya terutama pada musim hujan, maka akan lebih baik jika pada faktor pengelolaan tanaman dan konservasi tanah untuk jenis tanaman pertanian berupa *contour cropping*, serta reboisasi dan penanaman vegetasi rapat dan bertingkat pada lahan yang belum dimanfaatkan.



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur tercurah kepada Allah SWT, karena atas karuniaNya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Penulisan laporan Tugas Akhir ini dimaksudkan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Untuk itu penulis telah melaksanakan Studi lapangan pada area Sungai Lematang sebagai tempat tinjauan.

Dalam penyajian yang sederhana ini penulis menyadari adanya kekurangan yang terdapat dalam laporan ini. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang bersifat membangun akan penulis terima dengan segala kerendahan hati dan kelapangan dada, karena hal ini dapat menjadi suatu langkah untuk meningkatkan kualitas penulis.

Melalui kesempatan ini pula penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu serta membimbing dalam pelaksanaan di lapangan maupun penyusunan laporan ini. Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Bapak Ir. H. Hasan Basri selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, MS. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Taufik Arigunawan, ST. MT. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Helmi Hakku, MT. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, masukan dan saran serta dorongan hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.
5. Bapak Ir. Bakrie Oemar S. M.Sc. M.I.H.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik
6. Bapak dan Ibu dosen pengajar yang telah memberikan pengalaman dan ilmunya selama kuliah di JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA.
7. Ayah dan Ibuku tercinta terima kasih atas semua dukungan, cinta, kasih sayang serta doa yang tak henti-hentinya yang diberikan kepada ananda. Hanya ini sebagian kecil yang dapat kuberikan semoga dapat membuat kalian bangga.

8. Saudara-saudaraku yang telah mendoakan serta memberikan dorongan semangat disepanjang perjalanan penulis melaksanakan tugas akhir ini.
9. Mamang-mamangku, bibi-bibiku, sepupu-sepupuku, keponakanku dan seluruh sanak sedulur atas doanya.
10. Kak Yusuf dan Kak Junaidi, terima kasih atas semua nasihat dan bimbingannya selama ini. *You are inspire for me*, untuk menjalani kehidupan sebagai seorang Engineer.
11. Teman susah dan senang kala berjuang Welly, Fouryadi S, Novran, Miji', Alek, Eko, Billy yang telah mendoakan di saat bayang ini berkelibat, sahabat berbagi kala gundah gulana menerpa.
12. Teman seperjuangan Fadli Wardhana, *akhirnya tamat jugo "cek" kito*.
13. Sahabat kecilku Yudi A, Iwan S, Hendra "*Bakso*" moga kita bisa menggapai mimpi yang kita idamkan.
14. Firmanzah, mokaseh "*wak*" atas tumpangannya selamo penelitian di Lahat, Syahrial kapan wisudanyo ditunggu jangan sibuk kerjo.
15. Seluruh teman-teman seangkatan (040001-040120), terima kasih atas kebersamaannya telah menjadi bagian dari "04".
16. Seluruh staf dan karyawan di JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA yang telah banyak membantu.
17. Seluruh Staf dan Karyawan di tempat saya bekerja, terutama teman-teman di Camp Pembangunan Terminal Prabumulih, yang telah bersama sebagai suatu tim.
18. Seluruh pihak yang turut memberikan dukungan serta bantuan kepada penulis saat tugas akhir ini baik secara langsung maupun tak langsung.

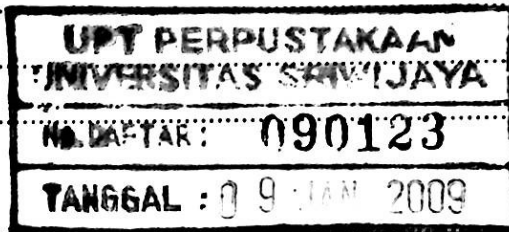
Penulis berharap semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi setiap pembaca dan dapat dipergunakan sebaik mungkin bagi yang membutuhkan.

Indralaya, Oktober 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan dan Persetujuan.....	ii
Halaman Persembahan.....	iv
Abstraksi	vi
Kata Pengantar	vii
Dafta Isi.....	ix
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xii
Daftar Lampiran.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Metodologi Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan Umum Tentang Erosi dan Sedimentasi	5
2.2 Pengertian Tentang Erosi.....	6
2.2.1 Erosi Normal (Geological Erosion)	6
2.2.2 Erosi Dipercepat (Accelerated Erosion)	7
2.3 Faktor-Faktor Penyebab Erosi	7
2.4 Pendapat Beberapa Ahli dan Proses Terjadinya Erosi.....	9
2.4.1 Pendapat Beberapa Ahli Mengenai Terjadinya Erosi.....	9
2.4.2 Proses Terjadinya Erosi	11
2.5 Macam-Macam Erosi.....	14



2.6 Prakiraan Besarnya Erosi.....	16
2.7 Komponen-Komponen USLE (Universal Soil Loss Equation)	17
2.8 Sedimentasi.....	27
2.8.1 Pengertian Sedimentasi.....	27
2.8.2 Transport Sedimen (Sediment Transport).....	29
2.8.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sedimentasi	31
2.8.4 Hasil Sedimen.....	31
BAB III METODELOGI PENELITIAN.....	33
3.1 Metodologi Penelitian.....	33
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	33
3.3 Tahap Penelitian	33
3.4 Analisa Data.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Perhitungan Faktor Variabel Erosi Lahan dengan Metode <i>USLE</i>	39
4.1.1 Perhitungan Faktor Erosivitas Hujan (R).....	39
4.1.2 Perhitungan Faktor Erodibilitas Tanah (K)	40
4.1.3 Perhitungan Faktor Panjang Lereng dan Kemiringan Lereng (LS) ..	45
4.1.4 Perhitungan Faktor Konservasi dan Pengelolaan Tanaman (CP).....	46
4.2 Perhitungan Erosi Lahan dengan Metode USLE.....	47
4.3 Perhitungan Sedimentasi.....	49
4.3.1 Angka Nisbah Pelepasan Sedimen (SDR)	49
4.3.2 Perhitungan Hasil Sedimen	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Kesimpulan	51
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Pengaruh Kecepatan, diameter, dan intensitas hujan terhadap detachment partikel tanah.....	13
2.2 Erodibilitas beberapa macam tanah yang berasal dari bahan induk berbeda	20
2.3 Patokan nomor saringan dan bukaan kisi	21
2.4 Klasifikasi ukuran butir tanah.....	22
2.5 Klasifikasi erodibilitas tanah	22
2.6 Nilai Eksponen dengan kelerengan.....	24
2.7 Penilaian indeks faktor LS	25
2.8 Prakiraan nilai faktor CP berbagai jenis penggunaan lahan di Jawa.....	26
4.1 Rekapitulasi hasil perhitungan nilai erosivitas hujan (R)	39
4.2 Hasil analisa saringan sampel tanah sungai Lematang kecamatan Merapi	40
4.3 Persentase fine sand	41
4.4 Persentase silt.....	41
4.5 Persentase sand	42
4.6 Berat benda uji tertahan maupun lolos saringan.....	42
4.7 Faktor konservasi dan pengelolaan tanaman di sepanjang aliran sungai Lematang Kecamatan Merapi Kabupaten Lahat	46
4.8 Hasil perhitungan erosi total lahan untuk tiap-tiap tahun	48
4.9 Hasil perhitungan sedimen total untuk tiap-tiap tahun	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Hubungan faktor-faktor penyebab erosi	10
2.2 Daur Hidrologi	11
2.3 Nomograf untuk menentukan nilai erodibilitas tanah (K)	23
2.4 Skematis angkutan sedimen di sungai	30
2.5 Besarnya angka SDR yang ditentukan berdasarkan luas DAS	32
3.1 Diagram alur penelitian	35
4.1 Nomograf angka erodibilitas tanah (K)	44
4.2 Grafik angka nisbah pelepasan sedimen (SDR)	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Peta pendukung data kabupaten Lahat.

Lampiran 2 : Data curah hujan.

Lampiran 3 : Data perhitungan rekapitulasi curah hujan tahunan dan bulanan.

Lampiran 4 : Data hasil perhitungan tanah.

Lampiran 5 : Data hasil total perhitungan erosivitas dan sedimantasi.

Lampiran 6 : Foto-foto dokumentasi.

Lampiran 7 : Surat-surat pelaksanaan tugas akhir.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia terdiri dari daratan dan lautan yang dua pertiga wilayahnya merupakan perairan laut. Secara umum, Indonesia termasuk daerah beriklim tropis dengan dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Dengan curah hujan yang cukup besar, pada musim hujan air melimpah memenuhi sungai-sungai yang menampung volume air yang besar tersebut dan terus dibawa oleh aliran sungai hingga bermuara ke laut.

Bertambahnya penduduk Indonesia telah menyebabkan naiknya kebutuhan sandang, pangan, dan papan. Hal ini menyebabkan bertambahnya kebutuhan lahan pertanian, perumahan, perluasan industri, serta prasarana seperti jalan, air bersih dan lain-lainnya. Salah satu contoh kasus adalah banyaknya penggundulan hutan baik untuk diambil kayunya maupun untuk dikonversi menjadi lahan pertanian. Akibatnya timbul masalah lingkungan seperti banjir, erosi lahan, berkurangnya masukan air tanah dan lain-lain.

Kondisi geografis Propinsi Sumatera Selatan yang mempunyai sungai-sungai dengan alur yang besar sangat berarti dan memberikan manfaat serta peran yang besar bagi masyarakat yang bermukim di sekitar wilayahnya. Mulai dari sarana transportasi, pertanian, perkebunan dan lainnya. Sementara kondisi sungai-sungai yang ada dari waktu ke waktu mengalami pendangkalan yang disebabkan karena pengaruh sedimentasi daerah tersebut.

Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya sedimentasi di sungai, salah satunya karena perubahan pemanfaatan lahan di daerah DAS, penggundulan hutan di daerah hulu, system pengelolaan tanah yang tidak efektif dan mengabaikan kaidah-kaidah konservasi sehingga menimbulkan penggerusan, erosi tanah dan terjadinya *Run Off* atau limpasan permukaan.

Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi erosi tanah meliputi hujan, angin, limpasan permukaan, jenis tanah, kemiringan lereng, penutupan tanah oleh vegetasi ataupun lainnya serta ada atau tidaknya konservasi. Faktor-faktor tersebut

sebenarnya tidak dapat dipisahkan satu dengan yang lainnya, artinya bekerja secara simultan.

Pengaruh erosi lahan seperti hilangnya vegetasi penutup tanaman yang baik pada suatu daerah aliran sungai (DAS) tidak hanya mempercepat laju limpasan, tetapi juga mempercepat pengangkutan partikel tanah dan pada gilirannya mempengaruhi jumlah sedimentasi di hilir DAS dimana jumlah pengendapan tergantung pada laju limpasan.

Laju sedimentasi ini digolongkan menjadi 3 kelompok. Kelompok pertama adalah energi (*erosivitas*), merupakan kemampuan potensial hujan, limpasan permukaan dan atau angin yang menyebabkan erosi. Kelompok kedua yaitu ketahanan kepekaan tanah (*erodibilitas*) yang tergantung sifat-sifat mekanika dan kimia tanah. Kelompok ketiga yaitu faktor-faktor yang berhubungan dengan penutupan tanah. Dengan kata lain laju sedimen tidak dapat dicegah keberlangsungannya karena dipengaruhi oleh faktor-faktor alamiah, akan tetapi laju sedimentasi dapat dikurangi dengan usaha-usaha preventif baik secara vegetatif maupun mekanik.

1.2 Perumusan Masalah

Sedimentasi yang terjadi pada suatu sungai memang sulit untuk dihindari. Hal ini terjadi karena adanya penggerusan atau erosi pada daerah hulu dan tepian sungai akibat air hujan maupun limpasan permukaan (*Run Off*). Hasil dari proses penggerusan tersebut berupa tanah dan batuan yang terbawa oleh arus air menuju ke suatu lingkungan pengendapan dimana besarnya erosi dan pengendapan dapat dilakukan dengan mengetahui kondisi pemanfaatan lahan, kondisi daerah pengaliran sungai, serta besarnya erosivitas pada daerah tersebut.

Berdasarkan permasalahan di atas dapat dirumuskan pembahasan mengenai masalah erosi lahan dan pengaruhnya terhadap besarnya sedimentasi pada sungai. Dalam kajian ini dipilih Sungai Lematang yang berlokasi di Kecamatan Merapi Kabupaten Lahat.



1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung seberapa besar erosi rata-rata pertahun perhektar luas lahan yang terjadi pada Lahan pertanian yang dialiri oleh Sungai Lematang tersebut.
2. Menghitung seberapa besar sediment rata-rata pertahun yang tertangkap oleh Sungai Lematang pada titik studi pengamatan.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Dalam ruang lingkup pembahasan Tugas Akhir ini penulis hanya membatasi pada ruang lingkup mengenai erosi dan sedimentasi yang mencakup perhitungan erosi lahan dan pengaruhnya terhadap sedimentasi yang masuk ke sungai untuk suatu jangka waktu tertentu.

1.5 Metodologi Penelitian

Jenis Tugas akhir yang dipilih adalah studi lapangan. Pengamatan dilakukan langsung pada lokasi tinjauan yaitu Sungai Lematang . Pengamatan dilakukan terhadap kondisi topografi, keadaan tanah dan kondisi sungai. Sebagian besar data yang diperoleh berupa data curah hujan, data analisa butir tanah dan peta lokasi sungai. Data kemudian diolah untuk memperoleh angka erosi total yang kemudian digunakan untuk menentukan besarnya sedimentasi pada Sungai Lematang tersebut.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan kajian ini dibagi menjadi lima BAB, yaitu:

1. Bab I, Pendahuluan, Bab ini berisikan latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan, ruang lingkup, metodologi dan sistematika rencana penelitian.
2. Bab II, Tinjauan Pustaka. Pada Bab ini dibahas mengenai gambaran mengenai kajian yang akan dibahas dan rumus-rumus yang akan digunakan dalam perhitungan yang diperoleh dari berbagai literatur.
3. Bab III, Metodologi Penelitian. Pada Bab ini menjelaskan mengenai diagram alur penelitian, persiapan, perumusan masalah, identifikasi masalah, serta data-data pendukung.

4. Bab IV, Analisa dari Perhitungan Erosi dan Sedimentasi. Bab ini membahas perhitungan erosi dan pengaruhnya terhadap besarnya sedimentasi pada Sungai Lematang maupun pada lokasi tinjauan secara lebih mendetail.
5. Bab V, Kesimpulan dan Saran. Pada Bab ini berisikan mengenai kesimpulan dan saran dari hasil kajian pada Bab-Bab sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 2002.
- Astira, Imron., Taufik A.G., dan Betty Susanti, *Pedoman Pelaksanaan Kerja Praktek dan Tugas Akhir (Skripsi)*. Penerbit Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, Inderalaya, 2007.
- Bermanakusumah, Ramdhon, *Penyebab Erosi dan Pengendaliannya*. Faprtya-Unpad, Bandung, 1978.
- Dake, JMK, *Hidrolika Teknik*. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1985.
- E. W. Russel, *Soil Conditions and Plant Growth 10th*, Ed Longman, London, 1985.
- Hudson, N, *Soil Conserbation*. B. T. Bastford, London, 1971.
- Linsley, Ray K, Franzini, Joseph B, *Teknik Sumber Daya Air, Jilid 1*. Erlangga, Jakarta, 1989.
- Kartapoetra, A. G. dkk, *Teknologi Konservasi Tanah dan Air, Edisi Kedua*. PT. Rineka Cipta, Jakarta, 1985.
- Soemarto, C. D, *Hidrolika Teknik, Edisi Kedua*. Penerbit Erlangga, Jakrta, 1999.
- Yang, Chih Ted, *Sediment Transport Theory and Practice*. The Mac-Graw Hill Companies, Singapore, 1996.