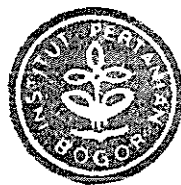


**PENGARUH EROSI DAN SEDIMENTASI TERHADAP
KONDISI WADUK SEMPOR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI
SEMPOR, JAWA TENGAH**

Oleh

WAHYUNI NGESTI RAHAYU

F 28.1707



1995

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR**

Wahyuni Ngesti Rahayu F 28 1707. Pengaruh Erosi Dan Sedimentasi Terhadap Kondisi Waduk Sempor Di Daerah Aliran Sungai Sempor, Jawa Tengah. Dibawah bimbingan Dr. Ir. Nora Herdiana Panjaitan, DEA.

RINGKASAN

Waduk adalah salah satu bangunan struktur kendali hidrolika yang dibangun pada tempat-tempat tertentu di sepanjang aliran sungai dan berfungsi untuk penyimpanan dan pengaturan air irigasi, pembangkit listrik, pengendali banjir serta sebagai sarana untuk kegiatan perikanan, olahraga dan rekreasi. Adanya proses sedimentasi yang terjadi di waduk, akan mengakibatkan penurunan fungsi dan umur waduk.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya laju erosi yang terjadi di DAS Sempor dan laju sedimentasi pada Waduk Sempor, pengaruh pengendapan sedimen terhadap kondisi waduk serta menentukan usaha pengendalian erosi yang dapat dilakukan di DAS Sempor.

Besarnya laju erosi tahunan ditentukan dengan menggunakan metode USLE, dengan memperhitungkan faktor erosivitas hujan (R), faktor erodibilitas tanah (K), faktor kelerengannya (LS), serta faktor pola tanaman dan tindakan konservasi tanah (CP).

Pendugaan besarnya sedimen deposit dilakukan dengan pengukuran langsung di waduk menggunakan metode penjajagan (Sounding method) dengan alat Echounder.

Dari pengamatan dan perhitungan diperoleh besar erosi aktual yang terjadi di DAS Sempor 16 413 247.788 ton/tahun dengan laju sedimentasi 1 007 382.702 ton/tahun. Laju erosi aktual jauh lebih besar dari laju sedimentasi yang terjadi di waduk Sempor. Hal ini menunjukkan bahwa erosi yang terjadi di DAS Sempor tidak semuanya terangkut ke dalam waduk, tetapi sebagian telah mengendap di sungai atau tertahan di beberapa cek dam.

Melihat laju sedimen yang terjadi di waduk Sempor sebesar 832 547.688 m³/tahun maka dapat diperkirakan umur efektif waduk Sempor telah menurun. Dengan laju sedimen sebesar ini maka umur penuh waduk (full life) menurun dari 75 tahun yang direncanakan menjadi 62 tahun.

Pengelolaan DAS Sempor untuk mengendalikan erosi dapat dilakukan dengan mengatur pola tanam dan tindakan konservasi. Tindakan konservasi untuk kelas kemiringan lereng 0 - 2% dan 3 - 15% di DAS Sempor dapat dilakukan dengan mengusahakan agar nilai C, P atau CP \leq 0.239 dan 0.030. Sedang untuk kemiringan 16 - 40 % dan kemiringan > 40% nilai C, P atau CP hendaknya \leq 0.006 dan 0.003.



**PENGARUH EROSI DAN SEDIMENTASI TERHADAP
KONDISI WADUK SEMPOR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI
SEMPOR, JAWA TENGAH**

Oleh :

WAHYUNI NGESTI RAHAYU

F 28 1707

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN

pada Jurusan Mekanisasi Pertanian

Fakultas Teknologi Pertanian

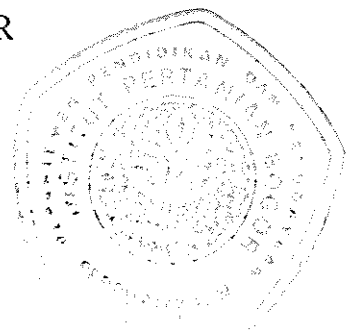
Institut Pertanian Bogor

1995

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

BOGOR



**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**PENGARUH EROSI DAN SEDIMENTASI TERHADAP
KONDISI WADUK SEMPOR DI DAERAH ALIRAN SUNGAI
SEMPOR, JAWA TENGAH**

SKRIPSI

sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
pada Jurusan Mekanisasi Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh :

WAHYUNI NGESTI RAHAYU

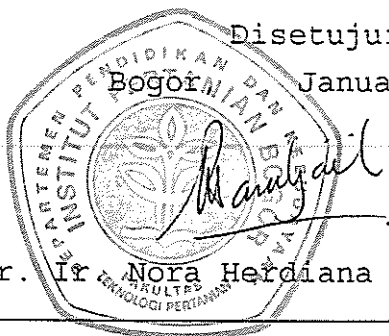
F 28 1707

Dilahirkan, Salatiga 19 Pebruari 1972

Tanggal Lulus 21 Desember 1995

Disetujui

Bogor, Januari 1996



Dr. Ir. Nora Herdiana Panjaitan, DEA

Dosen Pembimbing

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT. karena dengan rahmatnya skripsi ini dapat terselesaikan.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang membantu tersusunnya skripsi ini, terutama kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Nora Herdiana Panjaitan, DEA selaku Dosen Pembimbing.
2. Bapak Ir. R. Godfried Sitompul dan bapak Ir. Asep Sapei, MS selaku dosen penguji.
2. Bapak Ir. Haryono, MEng, selaku kepala Badan Pelaksana Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Serayu Bogowonto.
3. Bapak Ir. Imam Santoso, Msc, bapak Ir. Bambang Wisang dan bapak Pudji Juwono, ME, serta bapak Haris Ambyah BIE, selaku pembimbing selama penelitian di Waduk Sempor.
4. Bapak, Umi dan kakak-kakak tercinta atas doa dan dukungannya.
5. Ir. Librianto Suwandono yang telah banyak membantu penulis baik dalam penelitian maupun dalam dukungan moril.
6. MP 28, warga Doi dan Aisyah, mas-mas Grawida Computer Rental serta semua pihak yang tidak mungkin disebutkan satu per satu.





Akhirnya penulis menyadari bahwa skripsi ini banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna. Namun demikian mudah-mudahan skripsi ini dapat berguna bagi yang memerlukannya.

Bogor, Desember 1995



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
I. PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. TUJUAN PENELITIAN	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. EROSI PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI	5
1. Daerah Aliran Sungai	5
2. Proses Terjadinya Erosi	6
B. PENDUGAAN EROSI DENGAN METODE USLE	12
1. Faktor Erosivitas Hujan (R)	13
2. Faktor Erodibilitas Tanah (K)	15
3. Faktor Kelerengan (LS)	18
4. Faktor Pengelolaan Tanaman (C) dan tindakan Pengendalian Erosi (P).....	20
C. PREDIKSI EROSI.....	24
D. SEDIMENTASI	27
1. Pengertian Umum	27
2. Karakteristik Sedimen	29
3. Proses Sedimentasi	30
E. PENDUGAAN SEDIMEN DEPOSIT	33

III.	METODE PENELITIAN	36
A.	TEMPAT DAN WAKTU	36
B.	BAHAN DAN ALAT	36
C.	METODE	37
1.	Pendugaan Erosi	37
2.	Analisa sedimen deposit	39
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
A.	Pendugaan Erosi Dengan Metode USLE.....	41
B.	Pendugaan Sedimen Deposit dan Umur Waduk.	46
C.	Pengendalian Erosi Di DAS.....	48
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
A.	Kesimpulan.....	53
B.	Saran.....	55
	DAFTAR PUSTAKA	56
	LAMPIRAN	60

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 1.	Skema persamaan USLE.....	13
Gambar 2.	Nomogram untuk mendapatkan nilai erodibilitas tanah.....	17
Gambar 3.	Nomogram untuk menentukan nilai LS.....	20

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan buku, atau kegiatan media massa.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang menggunakan hasil penjiplakan sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Klasifikasi permeabilitas tanah berdasarkan USDA dan nilai kode untuk rumus/nomogram	17
Tabel 2. Nilai faktor C (pengelolaan tanaman).....	21
Tabel 3. Nilai faktor P untuk berbagai tindakan konservasi tanah khusus.....	22
Tabel 4. Nilai indeks faktor CP untuk beberapa pola tanam dan tindakan konservasi tanah.	23
Tabel 5. Klasifikasi erosi aktual DAS.....	24
Tabel 6. Pedoman penetapan nilai T untuk tanah-tanah di Indonesia.....	26
Tabel 7. Pembagian sedimen menurut ukurannya	31
Tabel 8. Hubungan antara luas daerah pengaliran dengan Sediment Delivery Ratio (SDR)	33
Tabel 9. Nilai faktor kelerenghan (LS) untuk DAS Sempor.....	44
Tabel 10. Volume waduk dan endapan sedimen Waduk Sempor.....	47
Tabel 11. Nilai CP maksimum pada kelas kemiringan lereng di DAS Sempor.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Skema pendugaan erosi dengan metode USLE.....	60
Lampiran 2. Lokasi Waduk sempor.....	61
Lampiran 3. Data curah hujan stasiun Sempor tahun 1978-1994.....	62
Lampiran 4. Data curah hujan stasiun Sampang tahun 1978-1994.....	63
Lampiran 5. Data curah hujan stasiun Kedungwaringin tahun 1978-1994.....	64
Lampiran 6. Rata-rata curah hujan bulanan, hari hujan dan curah hujan maksimum (1978 - 1994).....	65
Lampiran 7. Grafik curah hujan bulanan tahun 1978-1994 di DAS Sempor.....	66
Lampiran 8. Nilai erosivitas hujan di DAS Sempor tahun 1978-1994.....	67
Lampiran 9. Lokasi stasiun pengamat hujan di DAS Sempor.....	68
Lampiran 10. Jenis tanah, bahan induk dan nilai erodibilitas tanah di DAS Sempor.....	69
Lampiran 11. Peta jenis tanah di DAS Sempor.....	70
Lampiran 12. Peta erodibilitas tanah di DAS Sempor.	71
Lampiran 13. Peta jaringan sungai di DAS Sempor....	72
Lampiran 14. Peta topografi di DAS Sempor.....	73
Lampiran 15. Peta tata guna lahan di DAS Sempor....	74
Lampiran 16. Hasil perhitungan erosi dengan metode USLE di DAS Sempor.....	75
Lampiran 17. Peta erosi aktual di DAS Sempor.....	77

	Halaman
Lampiran 18. Peta lintasan Echounder 1984.....	78
Lampiran 19. Peta lintasan Echounder 1994.....	79
Lampiran 20. Volume waduk Sempor berdasarkan luas penampang endapan tahun 1984.....	80
Lampiran 21. Volume waduk Sempor berdasarkan luas penampang endapan tahun 1994.....	81
Lampiran 22. Data Teknis Waduk Sempor.....	82

Halaman ini merupakan bagian dari dokumen yang diterbitkan oleh Institut Pertanian Bogor (IPB) dan merupakan hak milik IPB. Seluruh isi dokumen ini adalah hak cipta IPB dan tidak boleh disebarluaskan atau digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari IPB. Untuk informasi lebih lanjut, silakan hubungi bagian pustaka IPB.



I. PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Erosi merupakan suatu gejala alam yang wajar dan tidak perlu dirisaukan selama erosi tersebut merupakan erosi alami, yaitu proses erosi dimana laju erosi yang terjadi diimbangi dengan laju pembentukan tanah. Akan tetapi masalahnya menjadi lain apabila yang terjadi adalah erosi dipercepat, dimana laju erosi yang terjadi lebih cepat daripada laju pembentukan tanah. Penyebab utama erosi ini biasanya adalah tindakan manusia yang kurang memperhatikan pengelolaan sumber daya alam seperti pengawetan tanah dan air.

Erosi dapat menimbulkan beberapa masalah dibidang pertanian maupun masalah sedimentasi di sungai dan pada bangunan air yang berhubungan dengan sungai tersebut. Di bidang pertanian erosi antara lain mengakibatkan menipisnya lapisan tanah bagian atas (top soil) yang subur bagi pertumbuhan tanaman. Terjadinya pencucian unsur hara, baik yang diakibatkan oleh aliran permukaan maupun aliran dalam tanah menyebabkan lapisan tanah bagian atas menurun kesuburannya. Dengan demikian terjadilah tanah-tanah kritis yang tidak produktif lagi.

Salah satu masalah perairan yang saat ini semakin mengkhawatirkan adalah kecenderungan meningkatnya kadar lumpur disebagian besar perairan Indonesia. Hal ini tentunya akan memperbesar kemungkinan menurunnya mutu lingkungan dan akan mempersingkat umur bangunan struktur pengendali hidrolika yang dibangun disepanjang aliran sungai.

Waduk adalah salah satu bangunan struktur pengendali hidrolika yang dibangun pada tempat-tempat tertentu sepanjang aliran sungai. Bagi negara tropis seperti Indonesia yang mempunyai musim hujan yang cukup nyata, adanya waduk ternyata banyak memberikan manfaat yang dapat dirasakan antara lain sebagai tempat penyimpanan dan pengaturan air irigasi, pembangkit tenaga listrik, pengendali banjir serta sebagai sarana untuk perikanan, olahraga dan rekreasi.

Khusus mengenai manfaat waduk untuk penyediaan dan pengaturan air irigasi, pembangunan waduk merupakan suatu hal yang benar-benar mendesak. Akan tetapi, oleh karena pembangunan waduk memerlukan biaya yang sangat besar, maka pembangunan ini tentunya bukan hal yang sederhana. Selanjutnya pembangunan waduk di Jawa yang berpenduduk padat dapat pula menimbulkan masalah-masalah khusus yang meminta penanganan khusus pula.

Adanya proses sedimentasi di waduk adalah masalah pokok yang harus dihadapi setelah waduk berfungsi, yang mengakibatkan kemampuan waduk sebagai tempat penyimpanan dan pengaturan air irigasi maupun fungsi lainnya cepat menurun. Masalah sedimentasi di waduk ini tidak terlepas dari keadaan Daerah Aliran Sungai-nya. Daerah Aliran Sungai tidak lain adalah kawasan yang dibatasi oleh pemisahan topografis yang menampung dan menyimpan serta mengalirkan curah hujan yang jatuh di atasnya ke sungai utama yang akhirnya bermuara ke dalam waduk. Beban sedimen, baik yang berupa beban melayang (*suspended load*) maupun beban dasar (*bed load*) yang terbawa masuk ke dalam waduk bersama-sama aliran sungai tidak lain adalah hasil proses erosi yang terjadi di daerah aliran sungai. Oleh karena itu pengendalian sedimen di waduk harus dilaksanakan simultan dengan pengendalian erosi di daerah aliran sungainya. Adapun pengendalian erosi bukan hanya menyangkut masalah teknis saja, melainkan banyak berhubungan dengan masalah-masalah sosial dan menyangkut hajat hidup masyarakat yang mengandalkan hidupnya pada lahan di daerah aliran sungai yang bersangkutan.



B. TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka penelitian mengenai erosi dan sedimentasi ini bertujuan untuk :

1. Menentukan laju erosi yang terjadi di Daerah Aliran Sungai Sempor dan laju sedimentasi pada Waduk Sempor.
2. Menentukan kondisi Waduk Sempor dengan menggunakan analisa sedimen deposit.
3. Menentukan usaha-usaha pengendalian erosi di Daerah Aliran Sungai Sempor.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. EROSI PADA DAERAH ALIRAN SUNGAI

1. Daerah Aliran Sungai

Menurut Webster dalam Manan (1979) Daerah Aliran Sungai adalah sebuah kawasan yang terbentuk oleh pemisahan topografis, yang menampung, menyimpan dan mengalirkan curah hujan yang jatuh di atasnya ke sungai utama yang bermuara ke laut dan danau.

Subarkah (1980) menyatakan bahwa keadaan fisik Daerah Aliran Sungai di pengaruhi oleh tiga parameter yaitu tanah, vegetasi dan sungai. Faktor tanah meliputi luas Daerah Aliran Sungai, topografi, jenis tanah, penggunaan tanah, kadar air tanah dan kemampuan tanah menyerap air. Sedangkan vegetasi meliputi jenis tanaman, kapasitas pengambilan air oleh tumbuhan, luasan penanaman dan kemampuan tanaman mengendalikan air. Faktor sungai meliputi luas penampang sungai, debit air sungai, kapasitas penampang sungai dan kerapatan drainase.

Air hujan yang jatuh, selain tertahan oleh vegetasi sebagian lagi langsung jatuh kepermukaan tanah. Jika kapasitas intersepsi, infiltrasi dan

bagian yang cekung terpenuhi maka akan terjadi proses aliran permukaan yang dapat menyebabkan erosi.

Menurut Sosrodarsono dan Takeda (1978) bentuk Daerah Aliran Sungai terbagi menjadi 3 macam yaitu :

1. Daerah Aliran Sungai berbentuk bulu burung, mempunyai ciri di jalur kanan dan kiri sungai utama terdapat anak-anak sungai yang mengalir ke sungai utama.
2. Daerah Aliran Sungai yang berbentuk radial, mempunyai bentuk seperti kipas atau lingkaran dan anak-anak sungainya terkonsentrasi ke suatu titik secara radial.
3. Daerah Aliran Sungai yang berbentuk paralel, mempunyai bentuk dimana dua jalur daerah pengaliran yang bersatu didaerah hilir.

2. Proses Terjadinya Erosi

Erosi adalah proses pengikisan tanah sebagai akibat dari adanya aliran permukaan atau hempasan gelombang atau dapat pula oleh angin dan es (Bennet, 1955). Kemudian oleh Arsyad (1989) disebutkan bahwa erosi merupakan peristiwa berpindahnya lapisan tanah atau bagian tanah ke tempat yang lain yang disebabkan oleh angin dan air. Erosi

air adalah erosi yang ditimbulkan oleh kekuatan air, sedangkan erosi angin adalah erosi yang ditimbulkan akibat kekuatan angin. Untuk daerah tropik basah seperti Indonesia, yang lebih berpengaruh adalah tenaga air yang berinteraksi dengan gaya gravitasi (Arsyad, 1989).

Besarnya erosi yang terjadi ditentukan oleh interaksi kerja faktor-faktor iklim, topografi, vegetasi, tanah dan manusia (Baver, 1959 ; Arsyad, 1989). Secara matematis ditunjukkan dalam persamaan :

$$E = f (i,r,v,t,m,) \dots \dots \dots (1)$$

dimana : E = erosi , i = iklim
 r = topografi , v = vegetasi
 t = tanah, m = manusia

a. Iklim

Di daerah basah, unsur iklim yang banyak menentukan besarnya erosi adalah curah hujan (Kohnke and Bertrand, 1959 ; Arsyad, 1989). Terdapat tiga komponen hujan yang berperan yaitu intensitas hujan, waktu atau lama hujan dan distribusinya. Terjadinya hujan sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor temperatur, angin, kelembaban dan radiasi matahari (Sosro-darsono dan Takeda, 1978). Kerusakan agregat

IPB University logo and vertical text on the left margin, including 'IPB University' and 'Ginek opta mltk IPB University'.

tanah oleh pukulan butiran air hujan menyebabkan terjadinya percikan-percikan dan dalam keadaan tertentu tanah akan mudah dihanyutkan oleh aliran permukaan. Kecepatan dan sudut jatuh butiran-butiran hujan ketika menyentuh tanah dipengaruhi oleh angin.

b. Topografi

Unsur topografi yang sangat berpengaruh terhadap besarnya erosi adalah kemiringan lereng dan panjang lereng. Hal lain yang berpengaruh adalah konfigurasi dan keseragaman lereng. Schwab et al. (1981) menambahkan bahwa bentuk dan ukuran dari Daerah Aliran Sungai juga sangat berpengaruh.

Semakin besar kemiringan lereng akan semakin besar kecepatan aliran permukaan yang terjadi, sehingga kekuatan angkut air meningkat (Wischmeier dan Smith, 1960 ; Arsyad, 1989). Sedangkan pengaruh panjang lereng akan mengakibatkan akumulasi aliran semakin besar, potensi erosi juga semakin besar.

c. Vegetasi

Vegetasi terutama berpengaruh pada pengurangan kecepatan dan jumlah aliran permukaan serta melindungi tanah dari tumbukan langsung butiran hujan, atau dengan kata lain mengurangi energi kinetik tetesan air hujan. Menurut Linsley et al. (1975), tumbuhan dapat memberikan perlindungan mekanis pada tanah terhadap erosi parit, serta dapat meningkatkan kapasitas infiltrasi tanah. Tiap jenis vegetasi mempunyai kemampuan yang berbeda dalam memperkecil jumlah erosi. Daya guna tumbuhan penutup tanah untuk menurunkan tingkat erosi tergantung dari : (1) jenis tanah, (2) penyebaran dan pertumbuhan akar, (3) kebutuhan air tanaman dan (4) . pengelolaan sisa tanaman.

Menurut Lutz dan Chandler (1961), dengan adanya tumbuhan maka porositas tanah cenderung menjadi semakin baik, sehingga infiltrasi menjadi lancar, daya simpan air dalam tanah meningkat dan aliran permukaan dapat dikurangi.

d. Tanah

Tingkat dan besar erosi sangat tergantung pada keadaan dan sifat tanah. Kepekaan tanah terhadap erosi untuk tiap jenis tanah adalah ber-

beda. Sifat-sifat fisik tanah yang mempengaruhi erosi adalah tekstur tanah, struktur tanah, kandungan bahan organik, kerapatan atau kepadatan tanah dan kandungan air (Schwab et al. 1981). Disamping itu kedalaman, sifat lapisan bawah dan tingkat kesuburan tanah juga mempengaruhi erosi (Arsyad, 1989).

Tanah yang bertekstur liat umumnya lebih tahan terhadap tumbukan butiran hujan dari pada yang bertekstur pasir. Akan tetapi tanah liat lebih mudah terangkut. Wischmeier et al.(1971), menyajikan nomogram untuk menduga besarnya nilai kepekaan tanah dengan menggunakan parameter-parameter sebagai berikut :

1). kandungan pasir, 2). kandungan debu ditambah kandungan pasir sangat halus, 3) kandungan bahan organik, 4). struktur tanah dan 5). permeabilitas tanah.

e. **Manusia**

Manusia merupakan faktor yang menentukan apakah tanah yang akan diusahakan akan menjadi rusak atau menjadi baik. Beberapa hal yang menentukan tindakan manusia dalam mengelola tanah adalah pengetahuan atau pendidikan dan penguasaan teknologi serta masalah sosial

ekonomi yang dihadapi, seperti luas tanah pertanian yang diusahakan, hasil dan harga hasil usaha tani, fasilitas kesejahteraan dan lain-lain.

Menurut proses terjadinya erosi dibedakan atas : 1). erosi alami, yang terjadi secara alami tanpa adanya campur tangan manusia, dan 2). erosi dipercepat, yang terjadi karena tindakan-tindakan manusia. Hardjowigeno (1989) menyebutkan bahwa terjadinya erosi melalui beberapa tahap erosi yaitu :

1. Erosi percikan (splash erosion)

Curah hujan yang jatuh langsung ke tanah dapat melemparkan butir-butir tanah sampai setinggi 1 meter ke udara di daerah yang berlereng. Tanah yang terlempar tersebut umumnya jatuh kelereng di bawahnya.

2. Erosi lembar (sheet erosion)

Pemindahan tanah terjadi lembar demi lembar (lapis demi lapis) mulai dari lapisan yang paling atas. Erosi ini sepintas lalu tidak terlihat, karena kehilangan lapisan-lapisan tanah seragam. Akan tetapi dapat berbahaya karena pada suatu saat seluruh lapisan top soil akan habis.



3. Erosi alur (rill erosion)

Dimulai dengan genangan-genangan kecil disuatu lereng. Maka bila air dalam suatu genangan tersebut mengalir terbentuklah alur-alur bekas aliran air tersebut. Alur-alur tersebut mudah hilang dengan pengolahan tanah biasa.

4. Erosi gully (gully erosion)

Erosi ini merupakan lanjutan dari erosi alur. Karena alur yang terus-menerus digerus oleh aliran air terutama di daerah-daerah yang banyak hujan maka alur-alur tersebut menjadi dalam dan lebar dengan aliran air yang lebih kuat. Alur-alur ini tidak dapat hilang dengan pengolahan tanah biasa.

5. Erosi parit (channel erosion)

Parit-parit yang besar sering masih terus mengalir lama setelah hujan berhenti. Aliran air dalam parit ini dapat mengikis dasar parit atau dinding (tebing) parit di bawah permukaan air sehingga tebing di atasnya dapat runtuh ke dasar parit.

B. PENDUGAAN EROSI DENGAN METODE USLE

Wischmeier dan Smith (1960) mengemukakan persamaan USLE untuk menduga besarnya laju erosi rata-rata tahunan yaitu :

A = R K L S C P(2)

dimana : A = laju erosi rata-rata tahunan

R = faktor erosivitas hujan

K = faktor erodibilitas tanah

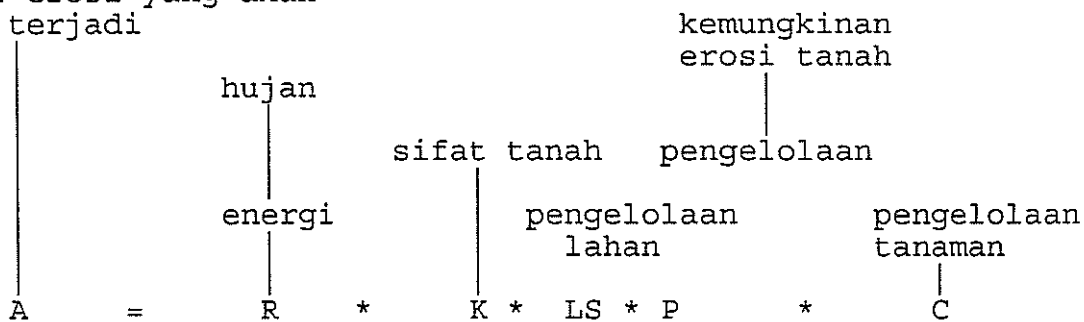
L = faktor panjang lereng

S = faktor kemiringan lereng

C = faktor pengelolaan tanaman

P = faktor konservasi tanah

besar erosi yang akan
akan terjadi



Gambar 1. Skema persamaan USLE (Arsyad, 1989)

1. Faktor Erosivitas Hujan (R)

Faktor erosivitas hujan dievaluasi dari kemampuan curah hujan menimbulkan erosi pada tanah yang tidak dilindungi. Kehilangan tanah dari plot tanah yang diberakan mempunyai korelasi yang tinggi dengan karakteristik hujan, yaitu energi curah hujan maksimum selama 30 menit.

Besarnya curah hujan, intensitas hujan dan penyebaran hujan menentukan kekuatan dispersi hu-

jan terhadap tanah, jumlah dan kekuatan aliran permukaan serta erosi (Arsyad, 1989).

Wischmeier dan Smith dalam Arsyad (1989) mengemukakan persamaan untuk mendapatkan energi kinetik hujan :

$$E = 210.3 + 89 \log I \dots \dots \dots (3)$$

dimana : E = energi kinetik hujan (ton-meter/ha cm hujan)

I = intensitas hujan (cm/jam)

$$EI30 = E \times I30 \times 10^{-2} \dots \dots \dots (4)$$

dimana : EI30 = indeks erosivitas hujan

E = total energi (joule/m²)

I30 = intensitas hujan maksimum selama 30 menit (cm/jam)

Metode lain yang dikembangkan berdasarkan penelitian di beberapa tempat di Indonesia, dikemukakan oleh Bols (1978) sebagai berikut :

$$EI30 \text{ harian} = 2.467 Rh^2 / (0.0727 Rh + 0.725) \dots (5)$$

$$EI30 \text{ bulanan} = 6.199 (Rb^{1.211}) (N^{-0.474}) (Rm^{0.526}) \dots (6)$$

dimana : Rh = curah hujan harian (cm)

Rb = curah hujan bulanan (cm)

N = jumlah hari hujan

Rm = curah hujan maksimum harian dalam sebulan (cm)

Hari hujan didefinisikan sebagai hari dimana curah hujan sebesar 0.5 mm atau lebih (Sosrodarsono dan Takeda ,1978). Untuk menentukan indeks erosivitas hujan tahunan (R) digunakan rumus :

$$R = \sum_{n=1}^{12} (EI30)_n \dots\dots\dots(7)$$

dimana n = periode bulan yang bersangkutan

2. Faktor Erodibilitas tanah (K)

Indeks erodibilitas tanah disebut juga indeks kepekaan erosi tanah yang didefinisikan sebagai laju kehilangan tanah tahunan dalam satuan berat per satuan luas tanah per nilai indeks erosivitas hujan, pada tanah yang diberakan, tanpa vegetasi sama sekali, pada lereng dengan kemiringan 9% dan panjang lereng 22 meter (Wischmeier dan Smith, 1969). Dalam keadaan standar tersebut nilai LS, C dan P adalah 1, sehingga persamaan USLE menjadi :

$$E = R \times K \dots\dots\dots(8)$$

Nilai K dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan :

$$K = A / R \dots \dots \dots (9)$$

dimana : K = nilai faktor kepekaan erosi suatu tanah

A = besarnya erosi yang terjadi dari tanah pada petak standar (ton/ha/tahun)

R = Indeks erosivitas hujan tahunan

Penentuan nilai erodibilitas tanah dapat digunakan analisa laboratorium, berdasarkan sifat-sifat fisik tanah (Wischmeier, et al., 1971)

Parameter-parameter untuk menduga nilai K adalah :

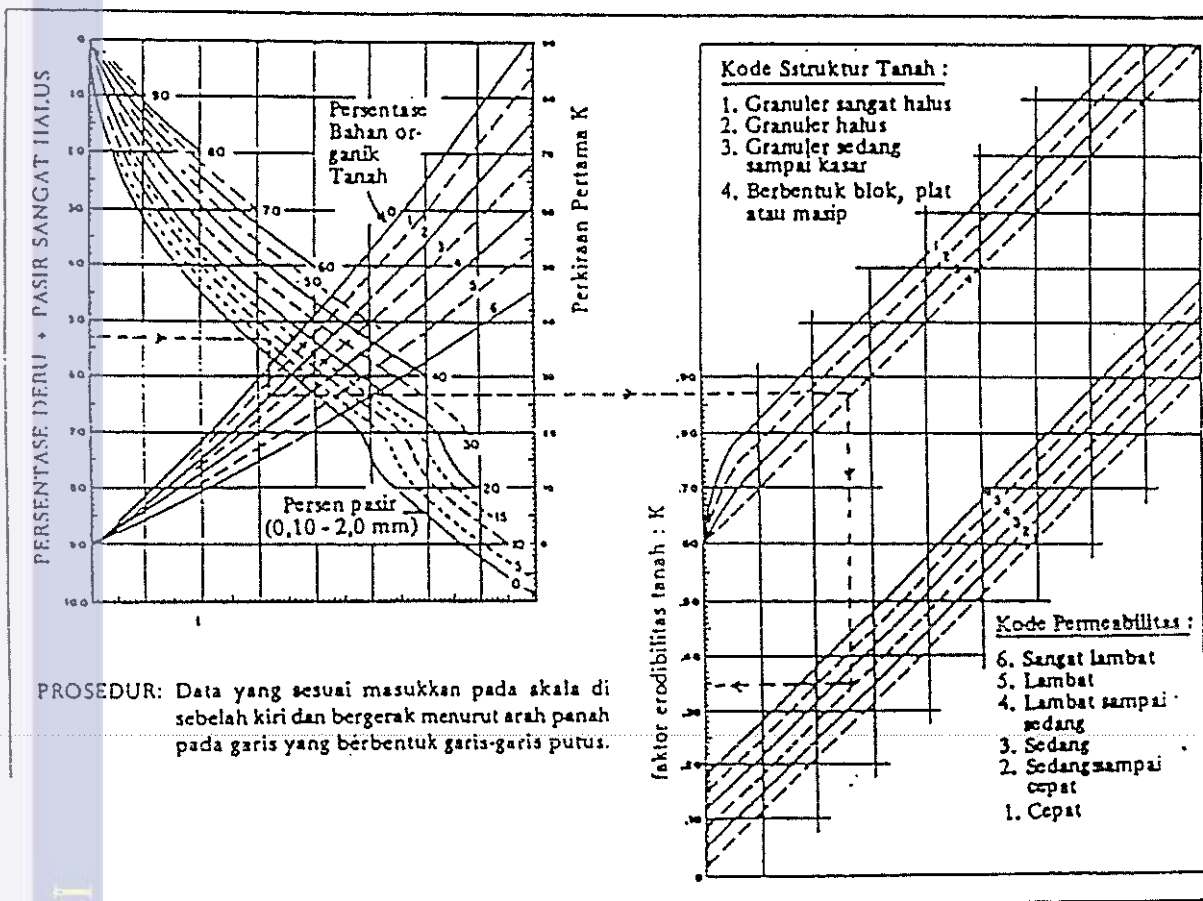
- 1). Persen debu (2.5 mikron) + persen pasir sangat halus (5-100 mikron).
- 2). Persen pasir.
- 3). Persen bahan organik.
- 4). Struktur tanah.
- 5). Permeabilitas tanah.

Selanjutnya parameter-parameter tersebut dimasukkan dalam nomogram yang disajikan pada Gambar 2, untuk mendapatkan nilai K.

Tabel 1. menunjukkan klasifikasi permeabilitas tanah menurut Wischmeier et al.(1971)

Tabel 1. Klasifikasi permeabilitas tanah berdasarkan sistem USDA dan nilai kode untuk rumus/nomogram (Wischmeier et al. 1971)

Laju permeabilitas (cm/jam)	Kelas	Keterangan
Kurang - 0.20	6	sangat lambat
0.21 - 1.59	5	lambat
1.60 - 5.00	4	lambat-sedang
5.10 - 16.00	3	sedang
16.10 - 50.00	2	sedang - cepat
50.00 - lebih	1	cepat



Gambar 2. Nomogram untuk mendapatkan nilai erodibilitas tanah (Arsyad, 1989)

3. Faktor Kelerengan (LS)

Dua parameter yang berpengaruh pada faktor kelerengan, yaitu panjang lereng dan persen kemiringan lereng. Faktor panjang lereng (L) dan kemiringan (S) merupakan nilai perbandingan dengan nilai kehilangan tanah dari lahan dengan panjang lereng 22 meter dan memiliki kemiringan 9%. Dalam menghitung nilai LS, Wischmeier et al. (1971) memberikan rumus :

$$LS = L^{0.5} / 100 (1.38 + 0.965S + 0.138 S^2) \dots \dots \dots (10)$$

dimana : L = panjang lereng (m)

S = kemiringan lereng (%)

Persamaan (10) digunakan untuk kemiringan lereng kurang dari 20%, sedang untuk kemiringan lebih dari 20%, menggunakan persamaan :

$$LS = \left(\frac{L}{22.1} \right)^{0.6} \times \left(\frac{S}{9} \right)^{1.4} \dots \dots \dots (11)$$

dimana : L = panjang lereng (m)

S = kemiringan lereng (%)

Panjang lereng diukur dari peta topografi dengan pengertian bahwa erosi terjadi karena adanya aliran permukaan *overland flow*, dimana panjang lereng tersebut merupakan panjang lereng dari *overland flow* ke titik air yang masuk ke dalam saluran pengumpul (Kohnke and Bertrand, 1959). Karena itu untuk menentukan panjang lereng over-

land flow menggunakan rumus yang disajikan oleh Eyles (1968), yaitu :

$$L = 1/2D \dots\dots\dots(12)$$

dimana : L = Panjang lereng (mile)

D = kerapatan drainase sebenarnya.

Untuk menghitung kerapatan drainase (d) suatu DAS, menggunakan persamaan :

$$d = Ls/A \dots\dots\dots(13)$$

dimana : Ls = panjang seluruh alur sungai (mile)

A = luas DAS (mile²)

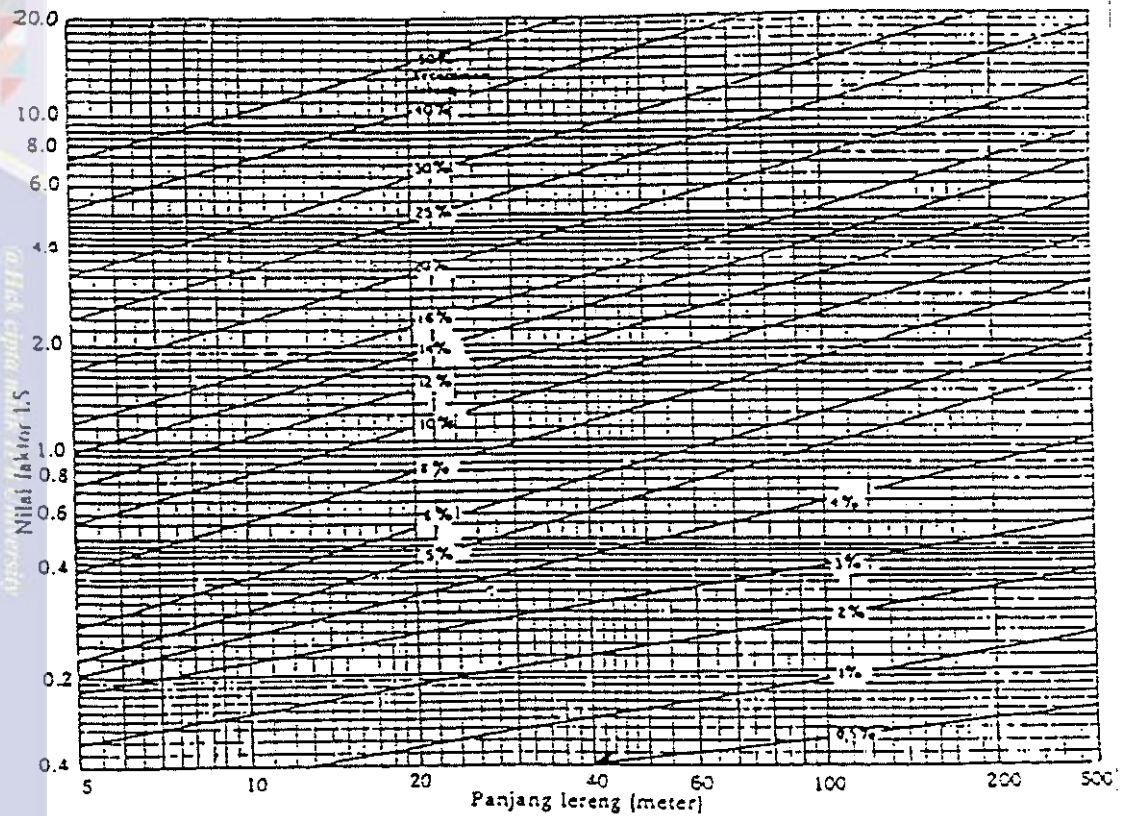
Kerapatan drainase sebenarnya (D), dihitung dengan persamaan :

$$D = 1.35 d + 0.26 s + 2.8 \dots\dots\dots(14)$$

dimana : d = kerapatan drainase

s = kemiringan lereng

Selain dengan menggunakan rumus di atas, dapat pula digunakan nomogram yang disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Nomogram untuk menentukan nilai LS (Arsyad, 1989)

4. Faktor Pengelolaan Tanaman (C) dan Tindakan Pengendalian Erosi (P).

Faktor pengelolaan tanaman (C) merupakan nilai perbandingan kehilangan tanah yang ditanami dengan suatu tanaman tertentu dengan tanah yang tidak ditanami atau pada kondisi yang sama, sedangkan faktor tindakan pengendalian erosi (P), merupakan perbandingan besar erosi yang terjadi pada tanah dengan tindakan pengawetan tertentu terhadap besar erosi pada tanah tanpa tindakan pengawetan. Nilai C dan P serta CP masing-masing dapat dilihat pada Tabel 2, 3 dan 4.

Tabel 2. Nilai faktor C (Pengelolaan Tanaman)

No.	Macam penggunaan	Nilai faktor
1.	Tanah terbuka /tanpa tanaman	1.0
2.	Sawah	0.01
3.	Tegalan tidak disesifikasi	0.7
4.	Ubikayu	0.8
5.	Jagung	0.7
6.	Kedelai	0.399
7.	Kentang	0.4
8.	Kacang Tanah	0.2
9.	Padi	0.561
10.	Tebu	0.2
11.	Pisang	0.6
12.	Akar wangi	0.4
13.	Rumput bede (tahun pertama)	0.287
14.	Rumput bede (tahun kedua)	0.002
15.	Kopi dengan penutup tanah buruk	0.2
16.	Talas	0.85
17.	Kebun campur :- Kerapatan tinggi	0.1
	- Kerapatan sedang	0.2
	- Kerapatan rendah	0.5
18.	Perladangan	0.4
19.	Hutan alam :- Serasah banyak	0.001
	- Serasah kurang	0.005
20.	Hutan produksi:- Tebang habis	0.5
	- Tebang pilih	0.2
21.	Semak belukar/padang rumput	0.3
22.	Ubikayu + kedelai	0.181
23.	Ubikayu + Kacang tanah	0.195
24.	Padi - Sorgum	0.345
25.	Padi - Kedelai	0.417
26.	Kacang tanah + Gude	0.495
27.	Kacang tanah + kacang tunggak	0.571
28.	Kacang tanah + mulsa jerami 4 ton/ha	0.049
29.	Padi + Mulsa jerami 4 ton/ha	0.096
30.	Kacang tanah + Mulsa jagung 4 ton/ha	0.128
31.	Kacang tanah + Mulsa crotalaria 3 ton/ha	0.136
32.	Kacang tanah + Mulsa kacang tunggak	0.259
33.	Kacang tanah + Mulsa jerami 2 ton/ha	0.377
34.	Padi + Mulsa Crotalaria 3 ton/ha	0.387
35.	Pola tanam tumpang gilir**) + Mulsa jerami	0.079
36.	Pola tanam berurutan***) + Mulsa sisa tanaman	0.357
37.	Alang-alang murni subur	0.001

Sumber : (Arsyad, 1989)

*) Data Pusat Penelitian Tanah (1973-1981 tidak dipublikasikan)

***) Pola tanam tumpang gilir : jagung + padi + ubikayu setelah panen padi di-
tanami kacang tanah

***) Pola tanam berurutan : padi - jagung - kacang tanah



Tabel 3. Nilai Faktor P untuk Berbagai Tindakan Konservasi Tanah Khusus

No. Tindakan khusus konservasi tanah	Nilai P
1. Teras bangku :	
- Konstruksi baik	0.04
- Konstruksi sedang	0.15
- Konstruksi kurang baik	0.35
- Konstruksi tradisional	0.40
2. Strip tanaman rumput Bahia	0.40
3. Pengolahan tanah dan penanaman menurut garis kontur	
- Kemiringan 0 - 8%	0.50
- Kemiringan 9 - 20%	0.75
- Kemiringan lebih dari 20%	0.90
4. Tanpa tindakan konservasi	1.00

Sumber : (Arsyad, 1989)

Tabel 4. Nilai indeks faktor CP untuk beberapa pola tanam dan tindakan konservasi tanah *)

Jenis Penggunaan Tanah	Nilai CP
Hutan tak terganggu	0.001
tanpa semak belukar	0.03
tanpa semak belukar dan seresah	0.50
Semak tak terganggu	0.01
sebagian rumput	0.10
Kebun campuran talun	0.02
kebonan	0.07
kebun pekarangan	0.20
Perkebunan dengan penutup tanah sempurna	0.01
sebagian	0.07
Rerumputan penutupan tanah sempurna	0.01
ditumbuhi alang-alang	0.02
pembakaran alang-alang 1x/th	0.06
jenis serai (<i>Citronella grass</i>)	0.65
Tanaman pertanian umbi-umbi akar	0.63
biji-bijian	0.51
kacang-kacangan	0.36
campuran	0.43
padi irigasi	0.02
Perladangan 1 tahun tanam 1 tahun bera	0.28
2 tahun bera	0.19
Pertanian disertai mulsa	0.14
teras bangku	0.04
penanaman menurut kontur	0.14

*) Dikumpulkan dari beberapa sumber dalam (Ambar, S. dan A. Safrudin, 1979)

Besarnya erosi yang terjadi disuatu Daerah Aliran Sungai menurut Ilyas (1985) dapat diklasifikasikan menurut besarnya erosi yang terjadi (Tabel 5).

Tabel 5. Klasifikasi erosi aktual di DAS

No.	Klasifikasi erosi	Simbol	Besar erosi (ton/ha/th)
1.	Erosi sangat kecil	(SK)	< 12.5
2.	Erosi kecil	(K)	12.5 - 50.0
3.	Erosi sedang	(S)	50.0 - 125.5
4.	Erosi berat	(B)	125.5 - 330.0
5.	Erosi sangat berat	(SB)	> 333.0

Sumber: Monitoring Erosi dan Sedimentasi (Ilyas, 1985)

C. PREDIKSI EROSI

Arsyad (1989) menyatakan bahwa prediksi erosi dari sebidang tanah adalah metoda untuk memperkirakan laju erosi yang akan terjadi pada tanah yang akan digunakan dalam penggunaan lahan dan pengelolaan tertentu. Jika laju erosi yang akan terjadi telah dapat diperkirakan dan laju erosi yang masih dapat dibiarkan atau ditoleransikan sudah ditetapkan, maka dapat ditentukan kebijaksanaan penggunaan tanah dan tindakan konservasi tanah.

Laju erosi yang dinyatakan dalam mm/tahun atau ton/ha/tahun yang terbesar yang masih dapat dibiarkan agar terpelihara suatu kedalaman tanah

yang cukup bagi pertumbuhan tanaman yang memungkinkan tercapainya produktivitas yang tinggi disebut erosi yang masih dapat dibiarkan, yang dinyatakan sebagai nilai T (Arsyad, 1989).

Pendekatan yang dipergunakan untuk menetapkan nilai T suatu tanah dikemukakan oleh Hammer dalam Arsyad (1989) yaitu dengan menggunakan konsep kedalaman ekivalen (*equivalent depth*) dan umur guna (*resources life*) tanah. Lebih lanjut Thompson dalam Arsyad (1989) menyarankan sebagai pedoman penetapan nilai T adalah dengan menggunakan kedalaman tanah, permeabilitas lapisan bawah dan kondisi substratum. Sebagai pedoman penetapan nilai T untuk tanah-tanah di Indonesia dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Pedoman penetapan nilai T untuk tanah-tanah di Indonesia

No.	Sifat tanah dan substratum	Nilai T (mm/tahun)
1.	Tanah sangat dangkal di atas batuan	0.0
2.	Tanah sangat dangkal di atas bahan telah melapuk	0.4
3.	Tanah dangkal di atas bahan telah melapuk	0.8
4.	Tanah dengan kedalaman sedang di atas bahan telah melapuk	1.2
5.	Tanah yang dalam dengan lapisan bawah yang kedap air di atas substrata yang telah melapuk	1.4
6.	Tanah yang dalam dengan lapisan bawah berpermeabilitas lambat di atas substrata telah melapuk	1.6
7.	Tanah yang dalam dengan lapisan bawah berpermeabilitas sedang di atas substrata telah melapuk	2.0
8.	Tanah yang dalam dengan lapisan bawah yang permeabel, diatas substrata telah melapuk	2.5

Sumber : Arsyad (1989)

Untuk menjaga agar kerusakan tanah tidak terjadi, nilai erosi yang terjadi harus ditekan menjadi sama atau lebih kecil dari nilai T dengan mencari dan menetapkan tanaman atau pola tanaman (nilai C) dan tindakan konservasi tanah (nilai P) yang sesuai dengan rumus yang dikemukakan oleh Arsyad (1989) sebagai berikut :

$$CP = \frac{T}{RK LS} \dots\dots\dots (15)$$

Dimana : CP = Tindakan pola tanaman dan konservasi tanah

T = Erosi yang masih dapat dibiarkan (ton/ha/tahun)

R = Erosivitas hujan

K = Erodibilitas tanah

LS = Panjang lereng dan kemiringan lereng.

D. SEDIMENTASI

1. Pengertian Umum

Menurut Manan (1979) sedimentasi adalah proses pengendapan dari bahan organik dan anorganik yang tersuspensi di dalam air dan diangkut oleh air.

Pada Daerah Aliran Sungai, partikel dan unsur hara yang larut dalam aliran permukaan, akan mengalir ke sungai dan waduk sehingga terjadi pendangkalan pada tempat-tempat tersebut. Hal ini akan menyebabkan daya tampung sungai dan waduk menurun serta kesuburan tanah berkurang.

Hsien Wen Shen dalam Yuswadi (1982) mengemukakan bahwa partikel sedimen diangkut oleh aliran

air dengan salah satu atau kombinasi dari mekanisme pengangkutan yang terdiri atas :

- (1). Perayapan (surface creep), dimana partikel sedimen bergerak menggelinding (rolling) atau menggeser (sliding) di atas dasar sungai.
- (2). Saltasi (saltation), dimana partikel sedimen bergerak dengan melompat-lompat (leaping) di atas dasar sungai dan ada kalanya berhenti (resting) kemudian melompat lagi.
- (3). Suspensi (suspended), dimana partikel sedimen selama bergerak didukung oleh fluida disekitarnya (supported) sehingga tidak bersentuhan dengan dasar sungai.

Sedimen dimana partikelnya bergeser melayang-melayang dalam air disebut *Suspended load* atau muatan melayang. Sedangkan sedimen di mana gerakan partikel-partikelnya dalam saluran dengan cara menggelinding, bergeser dan berlompatan disebut *bed load* atau muatan dasar.

Batasan yang jelas antara keduanya sukar sekali, secara umum tinggi maksimum *bed load* dari dasar saluran berada 2 atau 3 kali diameter partikelnya. Selain itu sesuai dengan asalnya sedimen

dapat dibagi menjadi dua golongan (Overbeek, 1979; Linsley et al., 1975), yaitu :

- (1). Angkutan sedimen dasar atau *bed material transport*, dimana materialnya dari saluran sendiri sehingga dapat terdiri dari *bed load* dan *suspended load*.
- (2). Muatan hanyutan atau *wash load*, dimana materialnya didatangkan dari sumber-sumber luar saluran (erosi) dan tidak mempunyai hubungan langsung dengan keadaan setempat. Pada umumnya angkutan *wash load* merupakan *suspended load*

2. Karakteristik Sedimen

Beberapa hal yang menunjukkan karakteristik sedimen yaitu ukuran partikel dan kecepatan jatuh dari sedimen. Ukuran partikel dan pola penyebarannya adalah penting artinya dalam analisa masalah sedimen. Penyebaran sedimen di sungai, apakah bergerak di dasar sungai atau merupakan suspensi. Kecepatan jatuh partikel juga berperan penting dalam menentukan ukuran maupun posisi partikel di sungai (Hsien Wen Shwen dalam Yuswadi, 1982). Pergerakan partikel sedimen di sungai dipengaruhi oleh gaya gravitasi, gaya tahan air dan gaya akibat kecepatan air. Kecepatan dan arah gerak

sedimen merupakan resultan dari kecepatan jatuh dan kecepatan aliran air.

Klasifikasi ukuran sedimen direkomendasikan oleh Sub Komisi Teknologi Sedimen, Komisi Dinamika Sungai, Persatuan Ahli Geofisika Amerika Serikat, menjadi 6 kelas (Yuswadi, 1982). Secara terinci pembagian ukuran sedimen tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.

3. Proses Sedimentasi

Manan (1979) menyebutkan bahwa proses sedimentasi akan menghasilkan :

- (1). Bahan terlarut atau *dissolved loady*, semua bahan organik dan anorganik yang terangkut sebagai larutan oleh air yang mengalir.
- (2). Bahan padat atau *bed load*, semua bahan kasar dari mineral-mineral dan batu-batu yang terangkut di sepanjang dasar
- (3). Total bahan yang terangkut sungai atau total *stream load* adalah semua bahan yang terangkut lewat sebuah stasiun pengukur dalam bentuk larutan, suspensi atau *bed load*

Tabel 7. Pembagian sedimen menurut ukurannya

Sedimen	Ukuran (mm)
Batu sangat besar	2 000 - 4 000
besar	1 000 - 2 000
sedang	500 - 1 000
kecil	250 - 500
Kerakal besar	130 - 250
kecil	64 - 130
Kerikil sangat kasar	32 - 64
kasar	16 - 32
sedang	8 - 16
halus	4 - 8
sangat halus	2 - 4
Pasir sangat kasar	1 - 2
kasar	0.5 - 1
sedang	0.25 - 1
halus	0.125 - 0.25
sangat halus	0.062 - 0.125
Debu kasar	0.031 - 0.062
sedang	0.016 - 0.031
halus	0.008 - 0.016
sangat halus	0.004 - 0.008
Liat kasar	0.002 - 0.004
sedang	0.0010 - 0.002
halus	0.0005 - 0.001
sangat halus	0.00024 - 0.0005

Sumber : American Geophysical Union, Subcommittee on Sediment Terminology (Gottchalk dalam Chow, 1964).

Total jumlah erosi yang terjadi pada sebuah Daerah Aliran Sungai dikenal sebagai *gross erosion*. Akan tetapi tidak semua material yang tererosi dari DAS terbawa ke sungai, tergantung dari kekuatan pengangkutan yang dalam hal ini adalah

aliran permukaan. Jumlah total material yang tererosi yang mampu menyelesaikan perjalanannya sampai ke hilir (tempat pengamat atau waduk) dikenal sebagai *sediment yield*. Besarnya *sediment yield* yang didapat dari hasil pengukuran dapat dipergunakan untuk memperkirakan gross erosion yang terjadi dalam suatu daerah pengaliran ataupun sebaliknya. *Sediment Delivery Ratio* (SDR) adalah suatu perbandingan antara sedimen diangkut dengan gross erosion dari daerah pengaliran. Untuk memperkirakan *gross erosion* termasuk *rill* dan *gully erosion* secara kuantitatif sukar ditentukan.

Secara umum *gross erosion* diperkirakan dari Universal Soil Loss Equation (USLE) yang berasal dari erosi permukaan tanah. Besarnya angka SDR tersebut tergantung dari luas daerah pengaliran, kemiringan dan faktor-faktor yang mempengaruhi erosi. Untuk suatu daerah pengaliran yang datanya kurang, dapat dipergunakan perkiraan SDR dari Tabel 8. Hasil bagi antara *sediment yield* tiap tahun dengan luas Daerah Aliran Sungai dikenal sebagai *sediment production rate* yang dinyatakan dengan ton/hektar/tahun.

Tabel 8. Hubungan antara luas daerah pengaliran dengan Sediment Delivery Ratio (SDR). (Robinson dalam Arsyad, 1989)

No.	Luas daerah pengaliran (km ²)	SDR (%)
1.	0.1	53.0
2.	0.5	39.0
3.	1.0	35.0
4.	5.0	27.0
5.	10.0	24.0
6.	50.0	15.0
7.	100.0	13.0
8.	200.0	11.0
9.	500.0	8.5
10.	26000.0	4.9

E. PENDUGAAN SEDIMEN DEPOSIT

Sedimen yang terbawa sampai ke dalam waduk atau danau sebagian akan terendap dalam waduk dan sebagian akan terbawa oleh air yang mengalir keluar. Bagian dari sedimen yang mengendap di dalam waduk menunjukkan keefisienan waduk menangkap sedimen. Kemampuan waduk untuk menahan dan mengendapkan sedimen disebut keefisienan perangkap atau trap efficiency (Arsyad, 1989).

Distribusi sedimentasi dalam waduk dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti karakteristik sedimen, hubungan outflow-inflow, bentuk waduk dan operasional dari waduk (Chow, 1964).

Gottschalk dalam Chow (1964) mengemukakan hasil regresi dari penelitian 18 waduk yang berupa

hubungan untuk menentukan besar *sediment yield* dari DAS, yaitu :

$$S = 0.6439 C + 0.0011 A + 0.2681 T - 1.7974 \dots (15)$$

dimana : S = akumulasi total sedimen (hektar-m)

C = kapasitas waduk (hektar-m)

A = luas Daerah Aliran Sungai (hektar)

T = waktu (tahun)

Pendugaan sedimen deposit dengan pengukuran langsung di waduk menggunakan metode penjajagan (*sounding method*). Perhitungan volume waduk dihitung dengan menggunakan rumus Van Te Chow (1964) sebagai berikut :

$$V_{a1a2} = h/3 * (La1 + La2 + \sqrt{La1*La2}) \dots (16)$$

dimana : V_{a1a2} = Volume waduk antar kontur a1 dan a2 (m^3)

h = perbedaan tinggi a1 dan a2 (m)

La1 = luas bidang kontur pada elevasi a1 (m^2)

La2 = luas bidang kontur pada elevasi a2 (m^2)

Luas bidang kontur (bidang endapan) pada setiap elevasi diukur dengan menggunakan planimeter.

Laju sedimen yang terus bertambah akan menyebabkan akumulasi sedimen di waduk. Sedimen ini jika tidak dikendalikan akan mempengaruhi operasi umur layanan waduk (Mutreja, 1986).

Mutreja (1986) menyatakan beberapa konsep tentang umur waduk sebagai berikut :

1. Umur kegunaan (useful life)
Periode dimana sedimen yang terjadi di waduk tidak menghalangi fungsi utama dari waduk.
2. Umur ekonomi (economic life)
Periode dimana pengaruh beberapa faktor seperti kerusakan fisik waduk oleh sedimen yang terjadi menyebabkan biaya operasi waduk melebihi keuntungan yang diperoleh dari penggunaan waduk.
3. Umur yang dapat dipakai (Usable life)
Periode dimana waduk masih dapat dipakai untuk beberapa tujuan walaupun pada tingkat terbatas.
4. Umur disain (design life)
Bisa merupakan umur kegunaan atau lebih pendek dari umur ekonomi yang diharapkan atau bisa juga dalam jangka waktu tetap 50 atau 100 tahun sesuai dengan yang direncanakan proyek.
5. Umur penuh waduk (Full life)
Periode dimana waduk penuh dengan sedimen.

Lebih lanjut Brabben (1979) menyatakan bahwa umur efektif waduk adalah umur dimana bagian tampung waduk yang disediakan untuk menampung sedimen atau *dead Storage* telah penuh terisi sedimen.

III. METODE PENELITIAN

A. TEMPAT DAN WAKTU

Penelitian ini dilakukan di waduk Sempor yang terletak di Daerah Aliran Sungai Sempor Jawa Tengah. Luas Daerah Aliran Sungai Sempor sebesar 38.550 Km². Waduk Sempor terletak pada sungai utama yaitu sungai Sempor dengan beberapa anak sungai yang agak besar seperti sungai Sampang dan sungai Kedungwaringin. Lokasi waduk Sempor di desa Sempor, kecamatan Sempor, kabupaten Kebumen. Waduk ini mulai beroperasi sejak tahun 1978 dengan volume air waduk 52 juta m³ dan volume dead storage 5 500 000 m³.

Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan, mulai bulan Juli sampai September 1995.

B. BAHAN DAN ALAT

Bahan yang digunakan adalah data-data sekunder dan beberapa peta sebagai berikut :

1. Data curah hujan harian di beberapa stasiun disekitar DAS sungai Serayu.
2. Peta topografi
3. Peta jaringan sungai
4. Peta tata guna lahan.
5. Data pengukuran kedalaman waduk Sempor
6. Peta tanah

Peralatan yang diperlukan untuk penelitian ini adalah :

1. Planimeter
2. Kalkulator
3. Peralatan gambar
4. Komputer dan peralatan penunjang lainnya

C. METODE

1. Pendugaan Erosi

Pendugaan besarnya erosi dilakukan pada seluruh DAS sungai Sempor. Metoda atau formula yang digunakan adalah formula dari USLE (Universal Soil Loss Equation). Bagan alir analisa besarnya erosi menurut USLE disajikan pada Lampiran 1. Dari bagan alir tersebut akan terlihat bahwa input data yang diperlukan adalah data curah hujan, hasil analisa tanah di laboratorium, panjang sungai, Luas DAS, kemiringan lahan dan peta tata guna tanah.

Dalam penelitian ini menggunakan sistem **grid method** atau checker board system, yaitu dengan membagi seluruh Daerah Aliran Sungai dalam bidang bujur sangkar. Setiap unit peta dihitung luasnya dengan menggunakan Planimeter, kemudian dicari nilai faktor-faktor erosinya. Dengan demikian semua

parameter formula USLE telah masuk ke dalam setiap unit peta. Peta-peta yang digunakan mempunyai skala 1 : 80 000.

- (a). Untuk menghitung besar erosivitas hujan (R), digunakan rumus Bols (persamaan 6).[✓] Sehingga diperlukan data curah hujan bulanan, data jumlah hari hujan dan curah hujan maksimum selama 24 jam dalam 1 bulan.

Beberapa stasiun yang terdapat di Daerah Aliran Sungai Sempor yaitu :

1. Sempor
2. Sampang
3. Kedungwaringin

- (b). Perhitungan nilai erodibilitas tanah (K), menggunakan metoda analisa laboratorium, dan nilai K kemudian di tentukan dengan menggunakan Nomogram (Gambar 2). Hasil analisa laboratorium berupa data tekstur tanah, struktur dan kandungan bahan organik.

- (c). Nilai faktor kelerengan (LS) dihitung dengan prosedur sebagai berikut :

- Menghitung kerapatan drainase DAS (d) dengan persamaan (13).
- Menghitung kerapatan drainase sebenarnya (D) dengan persamaan (14).

- Menghitung panjang lereng (L) dengan persamaan (12).
- Menghitung faktor LS :
 1. Untuk kemiringan lahan kurang dari 20 % menggunakan persamaan (10).
 2. Untuk kemiringan lahan lebih dari 20 % menggunakan persamaan (11).

Nilai faktor kelerengan (LS) setiap nomor unit peta diperoleh dengan memasukkan harga LS ke dalam peta jaringan sungai dan peta kemiringan lahan.

- (d). Nilai faktor CP diperoleh dengan menggunakan tabel CP dan membaca peta tata guna tanah, sehingga nilai CP untuk setiap nomor unit peta dapat diketahui. Apabila dalam satu nomor unit peta mempunyai beberapa harga CP, maka dilakukan prosentase terhadap masing-masing luasan tata guna tanah, sehingga di dapat harga CP rata-rata yang mewakili satu nomor unit peta tersebut.

2. Analisa sedimen deposit waduk.

Analisa dilakukan dengan menghitung sedimen tasi yang terjadi di dalam waduk selama periode tertentu. Dalam penelitian ini diambil selama periode 16 tahun.

Pengukuran kedalaman Waduk Sempor telah dilaksanakan oleh Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada pada tahun 1984 dan oleh CV. Geodeco pada tahun 1994. Pengukuran kedalaman waduk ini dilakukan dengan alat Portable High Precision Echosounder model PS-10D. Setiap kali melakukan pengukuran pada titik-titik pengukuran yang telah ditetapkan, akan dicatat elevasi muka air waduk pada saat mulai dan selesai pengukuran. Jika pada saat pengukuran disuatu titik pengukuran kedalaman airnya sangat rendah maka pengukuran dilakukan secara teristris (geodesi).

Garis kontur waduk dibuat dari hasil pengukuran echosounder dan dari hasil pengukuran teristris dengan interval 5 meter. Luas bidang kontur untuk setiap elevasi diukur langsung dengan planimeter. Pengukuran dilakukan per blok, luas seluruh bidang kontur pada elevasi yang sama adalah penjumlahan luas seluruh blok.

Volume waduk dihitung dengan persamaan (16). Volume endapan sedimen per tahun di waduk adalah selisih antara volume waduk sebelumnya dengan volume waduk pada saat pengukuran.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pendugaan Erosi Dengan Metode USLE

Secara geografis, Daerah Aliran Sungai Sempor terletak disekitar $7^{\circ}32'$ Lintang Selatan dan $110^{\circ}0'$ Bujur Timur. Besarnya curah hujan tahunan rata-rata antara 1000 mm sampai dengan 2500 mm. Daerah Aliran Sungai Sempor termasuk kelompok Daerah Aliran Sungai yang berbentuk radial atau bulat dengan sungai utama yang mengalir didalamnya adalah sungai Sempor.

Untuk menduga erosi dengan metode USLE (Universal Soil Loss Equation), seluruh wilayah Daerah Aliran Sungai dibagi dalam bidang bujur sangkar/unit peta. Daerah Aliran Sungai Sempor terbagi dalam 59 unit peta. Semua parameter yang mempengaruhi erosi seperti faktor erosivitas hujan (R), erodibilitas tanah (K), faktor kelerengan (LS) serta faktor vegetasi dan tindakan pengendalian erosi (CP), telah masuk dalam setiap nomor unit peta.

Hasil perhitungan terhadap nilai faktor erosivitas hujan bulanan dari 3 stasiun hujan yang terdapat di Daerah Aliran Sungai Sempor di sajikan pada Lampiran 8.

Berdasarkan peta jenis tanah tahun 1990/1991 dari Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah Serayu Luk Ulo, didalam Daerah Aliran Sungai Sempor di jumpai bahan Induk tanah Tuf volkan intermedier, Batu liat,

batu endapan, batu pasir dan volkan. Tanahnya sebagian besar berasal dari hasi endapan abu gunung berapi, endapan lahar atau bahan-bahan abu dan lahar yang mengalami pengangkutan dan diendapkan kembali. Adapun jenis tanah yang sering di jumpai yaitu latosol coklat, latosol merah kekuningan, podsolik merah kekuningan, podsolik kuning, litosol dan regosol.

Faktor erodibilitas tanah didapat dari memasukkan nilai faktor-faktor yang berupa tekstur tanah, struktur tanah, kandungan bahan organik dan permeabilitas tanah dalam nomogram Gambar 2. Peta nilai Erodibilitas untuk Daerah Aliran Sungai Sempor dapat dilihat pada Lampiran 12. Dari hasil yang diperoleh untuk Daerah Aliran Sungai Sempor mempunyai nilai erodibilitas tanah rata-rata sebesar 0.4. Nilai erodibilitas tanah rata-rata terbesar terdapat pada kompleks jenis tanah podsolik dan regosol.

Sebagian besar Daerah Aliran Sungai Sempor mempunyai kemiringan lereng lebih dari 40% yakni sekitar 70% dari seluruh wilayah Daerah Aliran Sungai. Ini menunjukkan bahwa Daerah Aliran Sungai Sempor pada umumnya bergunung dan berbukit dengan kemiringan lereng yang curam. Keadaan ini dalam banyak hal akan membawa masalah yang serius dalam penanganan pengendalian erosi.

Besarnya kemiringan lereng (LS) ditentukan dengan menggunakan rumus serta tahapan sebagai berikut:

-Panjang seluruh alur sungai= 85.560 Km = 53.167 mile

-Luas daerah aliran sungai = 38.55 Km²= 14.884 mile²

$$53.167$$

$$d = \frac{\quad}{\quad} = 3.57$$

$$14.884$$

(a). Untuk kemiringan 0 - 2%

Untuk mendapatkan nilai-nilai kerapatan drainase sebenarnya (D), panjang lereng (L) dan faktor LS masing-masing menggunakan persamaan (14), (12) dan (10). Adapun nilai-nilai tersebut adalah :

$$D = 7.8795$$

$$L = 0.0634 \text{ mile} = 102.028 \text{ m}$$

$$LS = 0.2508$$

(b). Untuk kemiringan 3 - 15%

Dengan persamaan yang sama, diperoleh nilai-nilai

$$D = 9.9595$$

$$L = 0.0502 \text{ mile} = 80.785 \text{ m}$$

$$LS = 1.9093$$

(c). Untuk kemiringan 16 - 40%

Dengan persamaan yang sama, diperoleh nilai-nilai

$$D = 14.8995$$

$$L = 0.0335 \text{ mile} = 53.911 \text{ m}$$

$$LS = 10.0291$$



(d). Untuk kemiringan 40%

Karena kemiringannya lebih dari 20%, nilai faktor LS yang diperoleh dengan persamaan (11)

$$D = 18.0195$$

$$L = 0.0277 = 44.577 \text{ m}$$

$$LS = 17.4112$$

Tabel 9 . Nilai faktor kelerenghan (LS) untuk Daerah Aliran Sungai Sempor

No	Kemiringan (%)	Nilai LS
1.	0 - 2	0.2508
2.	3 - 15	1.9093
3.	16 - 40	10.0291
4.	> 40	17.4112

Faktor vegetasi dan tindakan pengendalian erosi (CP), diperoleh dengan menggunakan peta tata guna lahan di Daerah Aliran Sungai Sempor Lampiran 15. Setiap jenis tata guna lahan memiliki nilai CP yang mewakili keadaan suatu daerah.

Faktor vegetasi sangat berpengaruh dalam usaha menekan jumlah erosi. Sebagian Daerah Aliran Sungai Sempor diusahakan dalam bentuk tegalan campuran jagung dan ubikayu kurang lebih 43%, sedang lahan yang berupa hutan pinus sekitar 47% dari luas seluruh Daerah Aliran Sungai Sempor dan sisanya berbentuk persawahan dan kebun campur. Meskipun persawahan mempunyai lahan yang cukup sedikit yaitu sekitar 10% dari luas seluruh

Daerah aliran sungai, akan tetapi persawahan ini telah mendapat air irigasi. Lahan yang mendapat irigasi biasanya telah memperhatikan beberapa aspek pengawetan tanah dan air.

Hasil perhitungan besarnya erosi di Daerah Aliran Sungai Sempor dengan menggunakan formula USLE, secara lengkap disajikan pada Lampiran 16. Peta bahaya erosi DAS Sempor disajikan pada Lampiran 17.

Besarnya erosi potensial dan aktual untuk Daerah Aliran Sungai Sempor masing-masing adalah 1 080 315.977 ton/ha/tahun dan 223 873.967 ton/ha/tahun. Total erosi aktual pada seluruh Daerah Aliran Sungai adalah 16 413 247.788 ton/tahun. Dari hasil perhitungan yang di dapat, terlihat bahwa faktor jenis vegetasi dan tindakan pengendalian erosi (CP) mempunyai pengaruh yang besar di dalam usaha menekan jumlah erosi. Pada umumnya semakin kecil nilai CP, maka jumlah erosi yang terjadi semakin kecil pula.

Hasil pendugaan erosi yang dilakukan dengan metoda USLE lebih mengarah pada pendugaan secara kuantitatif atau dapat dijadikan indikator terhadap potensi bahaya erosi yang dapat terjadi. Makin besar nilai hasil pendugaan maka dapat dikatakan bahwa daerah tersebut makin rawan kemungkinan terjadi erosi. Sedangkan hasil erosi yang diukur pada outlet Daerah Aliran Su-

ngai atau waduk dapat dianggap sebagai erosi aktual yang terjadi dari Daerah Aliran Sungai tersebut.

B. Pendugaan Sedimen Deposit dan Umur Waduk

Pengukuran sedimen secara langsung di lapang yang telah dilaksanakan oleh Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada dan CV. Geodeco dilakukan dengan alat Echo-sounder. Sebelum pengukuran dilakukan dibuat patok-patok yang dipasang di kanan kiri waduk (*cross section*). *Cross section* berfungsi sebagai lintasan echo-sounder. Untuk mempermudah pengukuran luas bidang kontur, areal waduk di bagi menjadi beberapa blok.

Penentuan *cross section* untuk setiap pengukuran, di waduk sempor tidak tetap. Peta lintasan echosounder untuk setiap periode pengukuran disajikan pada Lampiran 18 dan Lampiran 19.

Periode pengukuran diambil selama 16 tahun yang dibagi dalam 2 periode yaitu tahun (1978 - 1984) selama 6 tahun dan periode tahun (1984 - 1994) selama 10 tahun. Besarnya volume waduk dan endapan sedimen dalam dua periode dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Volume waduk dan endapan sedimen Waduk Sempor

Tahun	Volume waduk (m ³)	Volume sedimen (m ³)
1978	52 000 000	7 119 987
1984	44 880 013	6 200 776
1994	38 679 237	
	Jumlah Total	13 320 763

Laju sedimen periode tahun (1978-1984) sebesar 1 186 664.5 m³/tahun dan periode tahun (1984 - 1994) sebesar 620 077.6 m³/tahun. Dengan demikian dapat dilihat bahwa dalam dua periode ini terjadi penurunan laju sedimen. Laju sedimen Waduk Sempor selama pengoperasian dapat dianggap sebesar 832 547.688 m³/tahun.

Dengan laju sedimen 832 547.688 m³/tahun dan volume dead storage waduk Sempor 5 500 000 m³ maka dapat diperkirakan bahwa ketidakefektifan waduk Sempor dimulai sejak 6.6 tahun dari awal penggenangan.

Dalam perencanaannya umur penuh waduk (full life) dari waduk Sempor adalah 75 tahun namun dengan laju sedimen sebesar 832 547.688 m³/tahun maka umur tersebut berkurang menjadi 62 tahun.

Laju erosi yang terjadi di Daerah Aliran Sungai Sempor 4 257.872 ton/ha/tahun. Berdasarkan pengambilan contoh sedimen pada bendungan sungai-sungai di daerah Jawa oleh Puslitbang Pengairan Bandung diambil rata-rata konsentrasi sedimen sebesar 1.21 gr/cm³

sehingga berat endapan sedimen di Waduk Sempor menjadi 1 007 382.702 ton/tahun atau 261.332 ton/ha/tahun. Dengan demikian maka nilai *Sediment Delivery Ratio* (SDR) dari Daerah Aliran Sungai Sempor sebesar 16. Hal ini menunjukkan bahwa hasil erosi dari Daerah Aliran Sungai tidak seluruhnya terangkut masuk ke dalam waduk.

C. Pengendalian Erosi di Daerah Aliran Sungai

Baik keadaan laju sedimentasi maupun ketersediaan cadangan air di dalam waduk Sempor sangat tergantung pada keadaan hidro-orologi daerah alirannya. Laju sedimentasi di waduk Sempor tergantung pada laju erosi yang terjadi di lahan-lahan di daerah pengalirannya. Selanjutnya kemantapan cadangan air di dalam waduk sangat di tentukan oleh kemantapan aliran sungai-sungai yang masuk ke dalamnya.

Kemantapan aliran sungai-sungai itu sendiri tidak dapat lepas dari kemampuan Daerah Aliran Sungai dalam mengatur limpasan, yakni kemampuan memperkecil limpasan permukaan *overland flow* yang mempengaruhi debit puncak *peak flow* dan kemampuan memperbesar dan mengendalikan limpasan bawah permukaan maupun limpasan air bumi. Dengan demikian usaha pengendalian kemantapan aliran sungai tidak lain adalah usaha simultan pena-

taan ekosistem Daerah Aliran Sungai, khususnya yang erat hubungannya dengan proses-proses hidrologi.

Pada Lampiran 16 ditunjukkan bahwa laju erosi yang terjadi di Daerah aliran Sungai Sempor termasuk besar yaitu 4 257.872 ton/ha/tahun. Hal ini akan membahayakan keseimbangan lingkungan Daerah Aliran Sungai, umur efektif waduk serta umur penuh waduk.

Agar usaha memperpanjang umur efektif dan umur penuh waduk dan keseimbangan lingkungan Daerah Aliran Sungai Sempor tercapai, maka erosi yang terjadi harus dikurangi sampai 0.7% dari besarnya erosi sekarang yaitu menjadi 30 ton/ha/tahun. Nilai erosi ini adalah besar erosi yang masih dapat dibiarkan.

Berdasarkan formula USLE untuk menduga erosi maka akan terdapat faktor-faktor yang relatif seragam dan faktor-faktor yang relatif bervariasi dalam suatu DAS. Faktor-faktor yang relatif seragam adalah faktor R dan faktor K. Sedangkan faktor erosi yang relatif bervariasi adalah faktor LS dan CP.

Dengan menggunakan persamaan 15 maka dapat diketahui nilai CP maksimum yang diijinkan pada setiap kelas kemiringan lereng di DAS Sempor. Hasil dari perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Nilai CP maksimum pada kelas kemiringan lereng di DAS Sempor

Kemiringan (%)	Nilai CP maksimum
0 - 2	0.239
3 - 15	0.030
16 - 40	0.006
> 40	0.003

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa pengelolaan Daerah Aliran Sungai Sempor secara keseluruhan terhadap bahaya erosi dapat dilakukan dengan pola tanam dan tindakan konservasi sebagai berikut :

- Kemiringan 0 - 2%

Untuk menekan erosi menjadi sama atau lebih kecil dari 30 ton/ha/tahun pada kemiringan 0-2% harus dipergunakan pola tanam yang mempunyai nilai $C \leq 0.239$ atau tindakan konservasi tanah dengan nilai $P \leq 0.239$ atau kombinasi keduanya ($CP \leq 0.239$). Pada Tabel 2 terlihat hanya hutan, kacang tanah, tebu serta tanaman tumpangsari ubikayu dan kedelai atau ubikayu dan kacang tanah yang mempunyai nilai $C < 0.239$. Jika tanah dengan kemiringan ini masih ingin dipertahankan pada tanaman dan pola tanam seperti semula maka harus diterapkan tindakan konservasi. Pada Tabel 3 hanya teras bangku dengan konstruksi sedang dan baik yang dapat memenuhi sya-

rat yaitu $P \leq 0.239$. Akan tetapi pembuatan teras bangku pada kemiringan asal 0-2% banyak menemukan kesulitan maka dapat dibuat teras berdasar lebar.

- **Kemiringan 3 - 15%**

Untuk menekan erosi yang terjadi pada lahan dengan kemiringan 3- 15% pola tanam harus mempunyai nilai $C \leq 0.03$ atau tindakan konservasi tanah dengan nilai $P \leq 0.03$ atau kombinasi keduanya $(CP) \leq 0.03$. Di DAS Sempor tidak terdapat lahan dengan kemiringan 3 - 15%.

- **Kemiringan 16 - 40%**

Untuk menekan erosi yang terjadi pada lahan dengan kemiringan 16-40% nilai C , P dan CP harus ≤ 0.006 . Untuk memenuhi syarat $C \leq 0.006$ maka hanya hutan alam dan alang-alang murni yang memenuhi syarat. Jika tanah akan dikelola tetap dengan tanaman yang sama dengan saat ini, maka tindakan konservasi yang dapat dilakukan adalah dengan pembuatan teras bangku dengan konstruksi yang baik.

- Kemiringan lebih besar dari 40%

Untuk menekan erosi yang terjadi pada lahan dengan dengan kemiringan $> 40\%$ nilai C, P dan CP harus ≤ 0.003 . Untuk memenuhi syarat $C \leq 0.003$ maka hanya hutan alam dengan seresah banyak dan alang-alang murni yang memenuhi syarat. Bila tanah akan tetap dikelola dengan tanaman yang sama, maka tindakan konservasi yang dapat dilakukan adalah dengan pembuatan teras bangku dengan konstruksi yang baik.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Pendugaan erosi secara kualitatif bisa di dapat dari pendugaan dengan metode USLE, sehingga wilayah yang mempunyai nilai duga yang tinggi merupakan daerah yang memiliki potensi bahaya erosi yang besar atau dapat dikategorikan sebagai daerah kritis.
2. Besar laju erosi aktual yang terjadi di DAS Sempor adalah 16 413 247.788 ton/tahun atau 4 327.596 ton/ha/tahun.
3. Laju sedimen di Waduk Sempor periode tahun 1978-1984 adalah sebesar 1 186 664.5 m³/tahun sedangkan laju sedimen periode tahun 1984-1994 sebesar 620 077.6 m³/tahun. Hal ini menunjukkan bahwa di Waduk Sempor terjadi penurunan laju sedimen.
4. Laju sedimen selama 16 tahun pengoperasian Waduk Sempor dapat dianggap sebesar 832 547.688 m³/tahun atau 1 007 382.720 ton/tahun atau 261.332 ton/ha/tahun.
5. Melihat laju sedimen yang terjadi maka dapat diperkirakan umur efektif dari waduk Sempor telah menurun. Laju sedimen sebesar 832 547.688 m³/tahun tersebut menyebabkan umur penuh waduk berkurang dari 75 tahun yang direncanakan menjadi 62 tahun.

6. Laju erosi aktual sebesar 4 257.872 ton/ha/tahun sedangkan laju sedimentasi sebesar 261 332 ton/hektar/tahun, dengan demikian maka laju erosi di DAS Sempor 16 kali lebih besar dari laju sedimen di waduk. Hal ini menunjukkan bahwa erosi yang terjadi di DAS tidak seluruhnya masuk ke waduk.
7. Usaha pengendalian erosi dan sedimentasi serta pengendalian kemantapan aliran sungai tidak lain adalah usaha simultan penataan ekosistem DAS, khususnya yang erat hubungannya dengan proses-proses hidrologi.
8. Faktor-faktor R dan K mempunyai nilai yang relatif seragam, sedangkan faktor-faktor LS dan CP mempunyai nilai yang relatif bervariasi. Atas dasar inilah maka salah satu usaha pengendalian erosi adalah dengan cara mencari nilai CP maksimum untuk setiap kelas kemiringan lereng hingga mencapai laju erosi yang masih dapat dibiarkan. Untuk DAS Sempor besarnya laju erosi harus ditekan menjadi sebesar atau lebih kecil dari 30 ton/ha/yahun
9. Nilai CP maksimum untuk setiap kelas kemiringan lereng di DAS Sempor adalah 0.239 untuk kemiringan 0 - 2%, 0.03 untuk kemiringan 3 - 15%, 0.006 untuk kemiringan 16 - 40% dan 0.003 untuk kemiringan di atas 40%.

B. Saran-saran

1. Perlu dilakukan penelitian serta pengkajian yang lebih mendalam tentang sistem hidro-orologi di DAS Sempor untuk mencapai laju erosi yang masih dapat dibiarkan.
2. Dalam setiap periode pengukuran kedalaman waduk hendaknya titik-titik pengukuran dibuat tetap.
3. Untuk memonitoring perkembangan laju sedimen di waduk Sempor perlu dilakukan pengamatan dan pengukuran secara periodik.
4. Mengingat potensi bahaya erosi DAS Sempor cukup besar maka usaha-usaha pengendalian erosi dan pengendalian kemantapan aliran sungai serta sedimentasi di dalam kerangka eksploitasi dan pemeliharaan waduk Sempor, perlu terus diperhatikan dan ditingkatkan dengan mengadakan pembinaan dan pengembangan reboisasi atau penataan kembali hutan-hutan yang habis ditebang pada masyarakat serta usaha peningkatan pemeliharaan bangunan-bangunan pengendali sedimen yang sudah ada.
5. Perlu dilakukan penelitian analisa sedimen transport di sungai-sungai yang membawa hasil erosinya ke dalam waduk.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambar, S. dan A. Safrudin Abujamin. 1979. Pemetaan Erosi DAS Jatiluhur. Makalah Seminar Masalah Erosi DAS Jatiluhur. Lembaga Ekologi Unpad. Bandung.
- Army Map Service. 1944. Java and Madura. Army Map Service. Washington. USA.
- Arsyad, S. 1989. Pengawetan Tanah dan Air. Departemen Ilmu-ilmu Tanah. Faperta IPB. Bogor.
- Balai Rehabilitas Lahan dan Konservasi Tanah. 1991. Laporan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitas Lahan Dan Konservasi Tanah DAS Sempor. Direktorat Jendral Reboisasi dan Rehabilitas Lahan. Departemen Kehutanan. Kebumen.
- Baver, L. D. 1959. Soil Physics. 3d Edition. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Bennet, H.H. 1955. Soil Conservation. Mc Graw Hill Book Co. Inc. New York.
- Bols, P.L. 1978. The Iso-eroden Map of Java and Madura. Belgian Technical Assistance Project ATA 105. Lembaga Penelitian Tanah. Bogor.
- Brabben, T.E. 1979. Reservoir Sedimentation Study, Selorejo, East Java, Indonesia. Hydraulic Research Station. Walingford, UK.
- Chow, V.T. 1964. Hand Book of Applied Hydrology. Mc. Graw Hill Book Co. Inc. New York.
- Direktorat Penyelidikan Masalah Air. 1984. Survey Hidrologi Monitoring Pengelolaan DAS. Direktorat Penyelidikan Masalah Air, Direktorat Jendral Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- Eyles, R.J. 1968. Morphometric Analysis of West Malaysia Department of Geography. University of Malaysia. Kuala Lumpur.
- Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada. 1984. Penyelidikan Pengukuran Sedimen Waduk Sempor. Fakultas Geografi Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Geodeco, CV. 1994. Penyelidikan Pengukuran Sedimen Waduk Sempor. Direktorat Jendral Pengairan Proyek Serbaguna Kedu Selatan. Jakarta.

- Hardjowigeno, S. 1989. Ilmu Tanah. Mediyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Hudson, N. 1976. Soil Conservation. Cornell University Press Ithaca. New York.
- Ilyas, A. 1985. Monitoring Erosi dan Sedimentasi. Direktorat Penyelidikan Masalah Air. Direktorat Jendral Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum. Bandung.
- Kohnke, H. and A. R. Bertrand. 1959. Soil Coservation. Mc. Graw Hill Book Co. Inc. New York.
- Linsley, R .K., M .A. Kohler and L. H. Paulhus. 1975. Hydrology for Engineers. Second Edition. International Student Ed. Mc. Graw Hill International Book Company. Kosaido Printing Co. Tokyo.
- Lutz, H. J. and R. F. Chandler Jr. 1961. Forest Soil. John Wiley and Sons. Inc. New York.
- Manan, S. 1979. Pengaruh Hutan dan Manajemen Daerah Aliran Sungai. Departemen Manajemen Hutan. Fahutan IPB. Bogor.
- Mutreja, K.N. 1986. Applied Hydrology. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- Overbeek, H. J. 1979. Lecture Notes Erosion and Sedimentation Course WR 12. Asian Institut of Technology, Bangkok. Thailand.
- Schwab, G. O., R.R. Frevert, T.W. Edminster, and K.K. Barnes. 1981. Soil and Water Conservation Engineering. John Wiley and Sons Inc. New York.
- Sosrodarsono, S. dan K. Takeda. 1978. Hidrologi Untuk Pengairan. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Subarkah, I. 1980. Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Wischmeier, W.H., and D.D. Smith. 1960. A Universal Soil Loss Equation to Guide Conservation Farm Planning. Trans. 7 th. Inst. Congr. Soil Sci. Vol. 3 :418-425.
- Wischmeier, W.H., and D.D. Smith. 1969. Relation of Soil to Erodibility Soil Sci. America. Proc. J. Vol. 26:189-193.



Wischmeier, W.H., C. B. Johnson, and B. V. Cross. 1971. A Soil Erodibility Nomograph for Farm and Construction Sites. Soil and Water Conservation. J. Vol 26 : 189-193.

Yuswadi. 1982. Pendugaan Erosi Dengan Formula USLE dan Analisa Sedimen Transport di DAS Cilutung. Jurusan Mekanisasi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.

oHick opia mitik IPB University



LAMPIRAN-LAMPIRAN

Hus, Cipta, Berprestasi, Untung Bersama

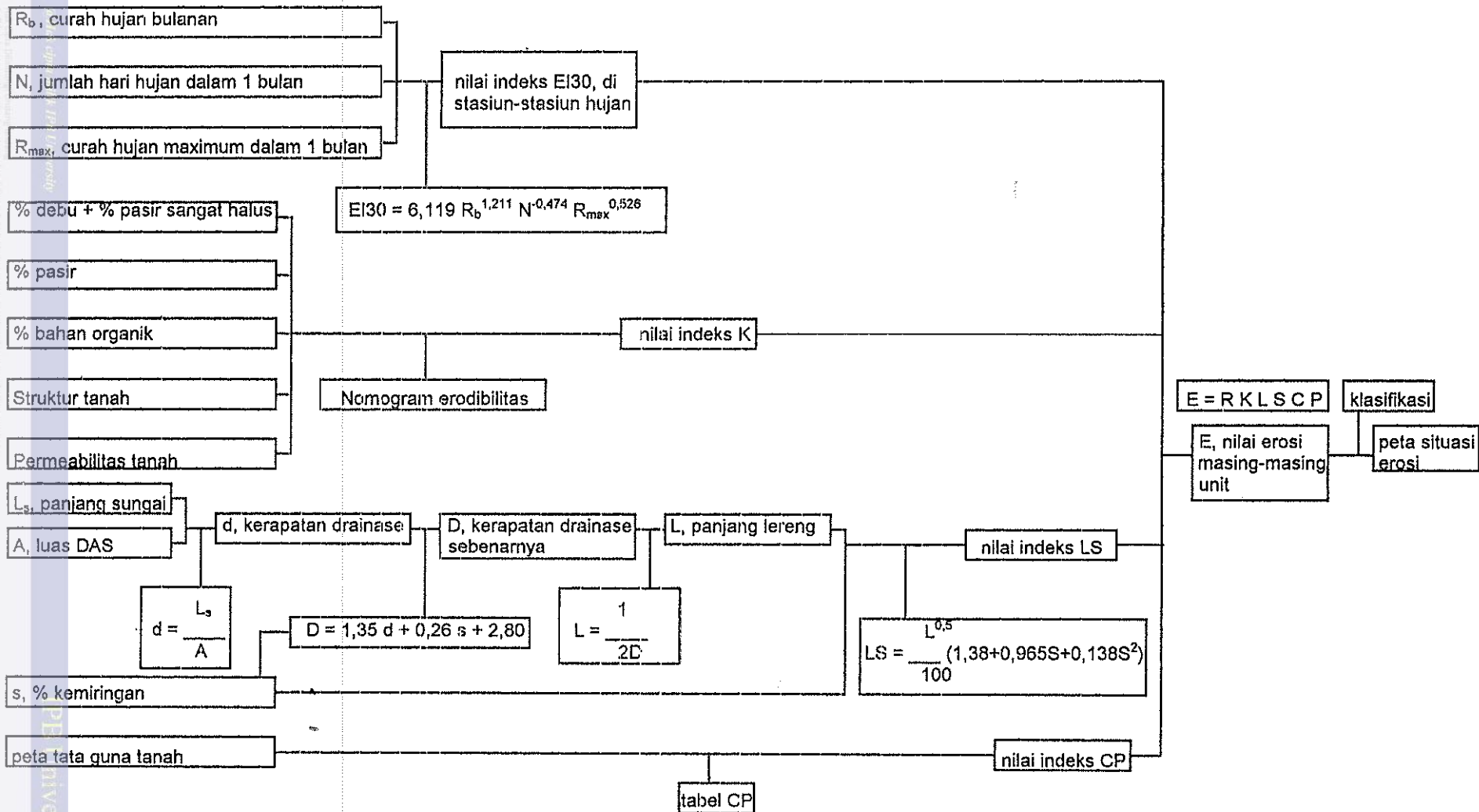
1. Ombudsman sebagai salah satu lembaga yang ada harus bisa berkolaborasi secara sinergis dan memperoleh manfaat

a. Berkolaborasi hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pelayanan masyarakat, pengembangan bisnis, atau penelitian untuk masalah

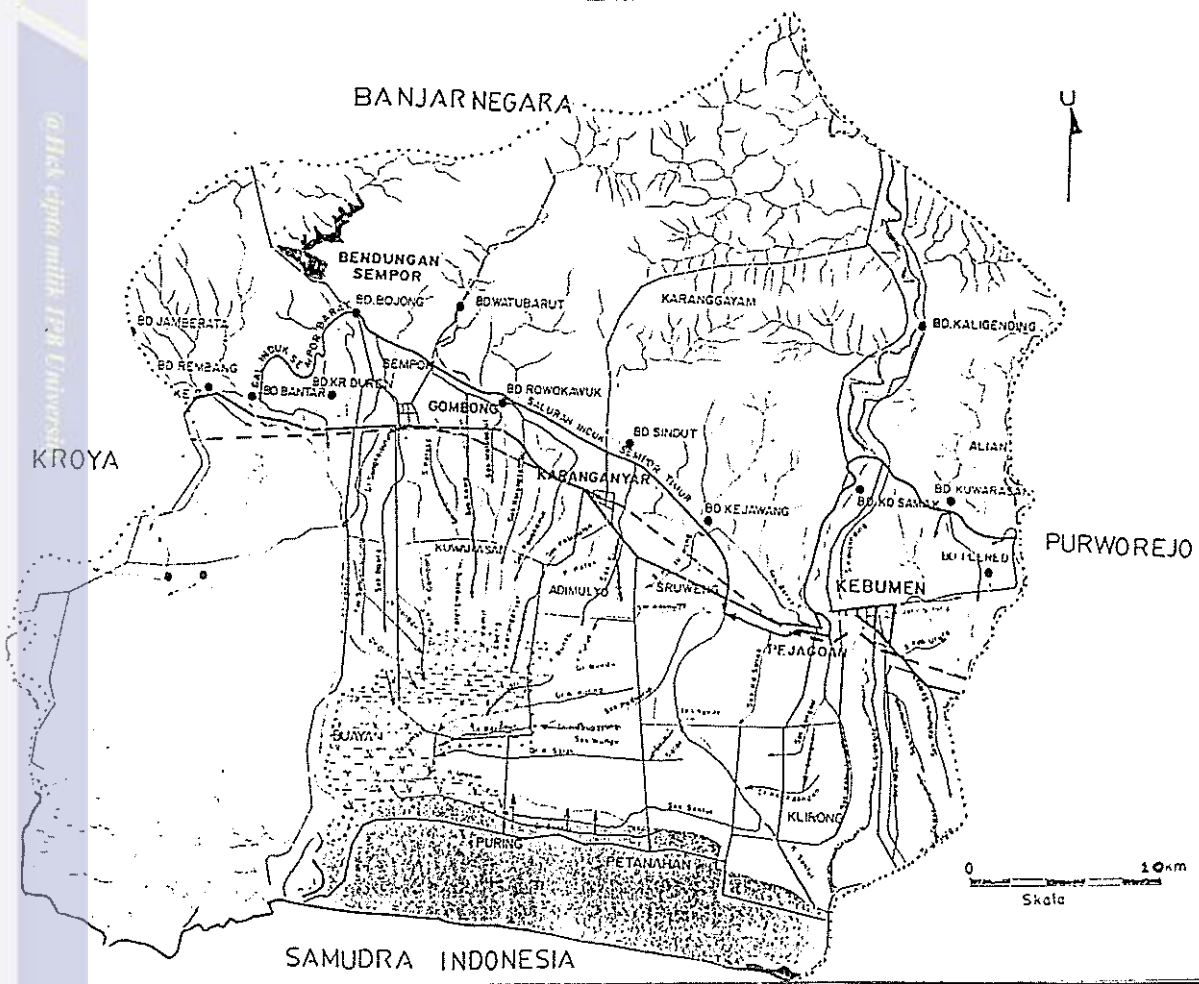
b. Berkolaborasi tidak merupakan kepentingan yang wajar IPB University

c. Berkolaborasi menggunakan dana pemerintah yang akan dipukul kembali ke dalam struktur anggaran resmi IPB University

Lampiran 1. Skema Pendugaar. Erosi dengan Metoda USLE



Lampiran 2. Lokasi Waduk Sempor



Sumber : (Army Map Service, Washington. Amerika Serikat. 1944)



Lampiran 3. Data Curah Hujan Stasiun Sempor Tahun 1978 – 1994

TAHUN	JAN			FEB			MAR			APR			MEI			JUN			JUL			AGT			SEP			OKT			NOP			DES		
	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH			
1978	31.4	22	6.8	26.7	18	6.9	41.4	25	5.8	22	13	6.2	20.4	20	4.6	41.1	25	10.5	30.2	20	9.2	24.2	11	6.9	16.8	13	9	63.8	19	13.1	21.8	18	3.9	63.1	28	8
1979	75	24	14.5	33.4	22	5.8	50.4	25	8.5	41	19	6.3	64.3	26	19	25.2	9	12	1	3	0.5	8.1	8	3.8	11.4	11	4.8	1.1	7	3.6	53.7	18	15	44.7	24	7.6
1980	44	24	6.8	36.6	23	5.2	32.7	18	5.9	41.8	22	6.3	7.9	7	4.7	0.7	3	0.5	6.3	5	2.5	19.1	16	9.5	2.4	2	2.2	50.8	18	12.9	65	24	11.2	27.4	20	4.6
1981	54.3	23	10.4	45	21	9.4	61.6	23	14.6	38.7	18	12	42.6	14	6.4	27.7	12	8	11.5	13	2.2	12.6	9	5.9	11.8	12	4.7	49.9	14	13.6	51.8	23	5	54.1	20	12.7
1982	81.2	25	18.2	35.3	19	7.4	28.5	20	5.5	26.7	16	10.5	0.4	2	2	0.7	3	0.4	0.5	2	0.3	0	0	0	0	0	0.5	2	0.3	8.1	6	5	39.6	21	3.4	
1983	60.2	20	16.8	38.3	16	10.4	22.0	21	3.7	17.8	18	3.5	63.5	26	10.8	1	3	0.5	0	0	0	0	0	0	0.4	2	0.3	40.6	18	7.2	52.1	25	5.3	36.4	20	8
1984	31.5	24	7.7	47.4	23	8.2	47.3	23	6.1	41.8	16	6.6	45.7	16	11.5	9.1	5	5.1	7.7	4	4.3	7.5	6	5.5	52.2	23	8.6	30.6	15	10.1	45.5	21	13.7	62.9	27	12.7
1985	26.4	23	3.8	28.7	21	7.8	46.3	19	6.2	36.1	19	8.9	7.5	6	2.6	18.1	13	4	2.1	1	2.1	9	8	5.3	5.4	9	1.4	27.8	14	7.5	68.9	25	14.8	18.6	17	2.6
1986	52.2	22	14.7	29.6	18	6.9	78.8	29	14.6	31.7	20	5.8	7.6	7	4	26.7	16	5	14.6	13	4.1	18.9	12	6.5	45.2	23	7.2	25.9	17	5.3	81.4	28	9.2	27.6	21	5
1987	60.3	28	9.6	51.4	22	7.4	29.9	20	6.5	11.9	9	4.5	14.2	7	5.6	6.5	7	2.9	2.7	3	1.6	2.9	2	2.3	0.7	1	0.7	1.2	4	0.7	63.3	21	16.6	64.2	23	6.4
1988	33.7	28	5.8	19.9	17	4.8	28.6	16	9.8	9.2	8	4.3	33.9	17	6.9	47.9	14	11.9	2.3	2	1.6	2.2	6	0.6	16.7	9	11	51.8	24	8.6	39.8	20	10.4	33.1	21	8.1
1989	44.8	26	7.8	57.7	25	5.5	32.6	22	3.2	46.4	22	9.4	15.6	13	4.1	45.8	15	7	23	14	6.6	15.1	7	7.5	0.1	1	0.1	26.6	15	6.6	20.5	17	7.7	39.3	19	7.2
1990	38.2	26	6.3	27.3	16	6.3	41.2	22	5.9	40.4	19	10.7	22	12	7.9	14.9	16	3.7	11.8	7	4	16.7	11	4.2	6.5	7	4.5	20.4	10	10.5	48.1	15	10	56.8	26	8.4
1991	89.7	25	16.6	51	22	6.0	38.1	17	8.8	32.2	20	6.6	1.6	6	0.8	2.5	3	2	0	0	0	0	0	0	0.5	3	0.2	9.7	7	3.6	50.9	25	11.2	40.9	21	6
1992	48.9	25	6.9	44.5	21	9.8	32.9	20	5.3	57.7	23	11.8	27.3	17	6	14.4	13	6.3	15.4	7	5.9	43.5	7	17.9	26.2	20	4.3	75.9	26	10.2	71	24	14.5	41.9	19	8.7
1993	56	25	7.2	32	17	10.9	43.7	22	7	37.2	20	5.5	14.8	8	5.8	12.5	10	3.4	0	0	0	6.6	6	3.7	3.5	5	1.9	3.4	10	0.9	43.9	26	6	92.7	26	16.1
1994	63.6	29	15.5	42.4	20	8.8	67	25	7.3	38.3	14	9.2	4.6	5	0.2	0	0	0	0.5	1	0.5	0	0	0	0	0	0	3.9	4	2.9	24.3	14	4.6	35	21	10.4

Keterangan :
 JH = Jumlah Hujan (cm)
 HH = Hari Hujan (hari)
 MH = Maksimum Hujan (cm)



Lampiran 4. Data Curah Hujan Stasiun Sampang Tahun 1978 – 1994

TAHUN	JAN			PEB			MAR			APR			MEI			JUN			JUL			AGT			SEP			OKT			NOP			DES			
	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH				
1978	12.2	8	3.1	35.9	20	5.8	36.6	21	6.5	19	14	56.4	22.3	21	4.9	40.3	25	8.3	21.8	19	2.9	11.8	13	2.9	12.4	14	5.5	48.8	18	8.4	21.3	21	3.7	38.8	27	3.5	
1979	47.4	24	7.9	19.3	21	2.9	26.9	22	7.9	40.2	22	7.8	55.4	23	18.1	18.6	10	6.1	7.8	5	0.5	10.1	0	4.4	14.2	14	6.6	12.7	12	4.6	57.4	16	19.2	42.2	25	11.7	
1980	23.6	21	6.6	32.9	23	5.3	26.9	18	4.2	52.5	21	9.4	4.6	5	3.4	1.1	4	0.4	1.9	5	0.6	12.9	14	4.5	2.6	4	2.3	38.2	17	7.9	66.1	25	12.3	34.7	20	7.7	
1981	37.3	21	6.8	24.9	19	3.4	39.6	24	5.6	45.7	22	8	44.4	14	10.9	17.7	12	5.1	12.3	12	6.5	8	7	1.6	11.7	13	2.9	18.9	17	4	41.4	24	7.8	49.8	21	8.5	
1982	23.2	14	4.2	59.4	23	5.8	35.8	18	6.1	7.2	9	2.5	0	0	0	0.4	1	0.4	1.4	2	0.9	0	0	0	0	0	0	0.4	1	0.4	6.5	9	1.6	36	23	4.2	
1983	39.9	25	6.4	31.9	19	6.3	25.8	27	6.3	23.9	23	5	23	23	10.9	4.3	4	3.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3	54.3	20	14.7	38.9	24	6.4	41.6	21	7.1
1984	23.5	23	4.2	41.6	28	4.9	33.9	27	7	43.9	23	6.2	26	19	5.8	8.9	6	5.5	7.7	9	4.1	9.2	7	5.3	60.2	28	9.8	30.9	15	8.2	46	22	7.7	42.6	25	7.6	
1985	31.5	20	7.4	20.8	22	6.6	35.4	22	6.9	32	16	5.1	12.3	10	3.2	15.7	18	3.2	2.7	8	0.9	12.5	17	2.8	3.5	9	1.2	16.7	13	3	37.9	28	5	23.5	23	3.1	
1986	46	21	9.9	33.7	18	7.2	90.8	25	17.7	41.4	19	7.3	8.9	19	7.3	28.1	19	5.5	11.1	13	2.7	11.9	11	5	54.1	23	9.5	35.5	17	6.3	65.6	28	9.9	29.3	22	8.6	
1987	44.6	28	6.6	42.8	22	6.6	30.4	20	6	13.1	11	3.7	16.7	9	8.3	9.4	6	7.3	7	9	3.6	5.1	3	3.9	1.1	4	0.6	2.2	8	1.2	60.4	24	9.4	69.3	26	8.3	
1988	47.9	28	6.2	26.4	20	5.6	33.9	22	6.4	18.3	10	4.8	39.3	23	5.8	25.4	15	5.6	5.2	5	2.4	5.6	9	4	13.4	11	7.6	63.9	24	9.3	38.2	22	6.4	31.7	22	9.5	
1989	25.3	25	4.3	70.7	24	7.8	36.4	24	5.2	30.3	22	8	11.9	14	2.6	34.5	18	13.2	18.9	16	3.4	4.5	11	1.5	0.1	4	0.04	23.1	18	5.3	12.5	20	1.9	36.3	20	5.2	
1990	79.6	28	9.6	20.1	16	6.5	34.3	19	7.6	25.9	14	6	20.2	14	5.6	18.2	16	6.9	15.8	9	7.8	16.5	12	3.9	7.8	11	4.5	2.7	9	1.2	21.7	10	4.8	17.5	13	5.4	
1991	51.1	27	8.1	51.9	24	8.4	27.9	22	5.4	23.5	22	5	4.6	8	2.2	1.5	3	0.9	0.03	1	0.03	0	0	0	1	7	0.4	9	10	2.3	52.9	23	12.3	50	24	9.4	
1992	47.7	28	7.8	52.3	23	8.5	43	24	3.8	53.9	25	6.4	28.1	17	4.8	7.1	13	1.8	16.4	7	5.3	48.2	8	18.1	19.2	19	4	65.6	27	7.1	45.6	23	9.3	39.6	23	15.7	
1993	51.3	29	10.7	37.1	20	7.2	38.1	24	4.6	29.6	21	6.2	8.4	10	2.2	7.5	15	2.3	0	0	0	6.5	6	2.9	3.4	6	2.6	9.3	11	0.9	15.9	15	38.3	44.3	21	10.2	
1994	69.2	26	10.2	45.9	23	5.2	63.9	27	9.2	31.3	16	5.3	3.3	6	1.4	0.7	3	0.4	0.8	2	0.8	0	0	0	0	0	0	1.8	7	0.6	58.8	5	4.2	36.88	21	7.4	

Keterangan :
 JH = Jumlah Hujan (cm)
 HH = Hari Hujan (hari)
 MH = Maksimum Hujan (cm)

Lampiran 5. Data Curah Hujan Stasiun Kedungwaringin Tahun 1978 – 1994

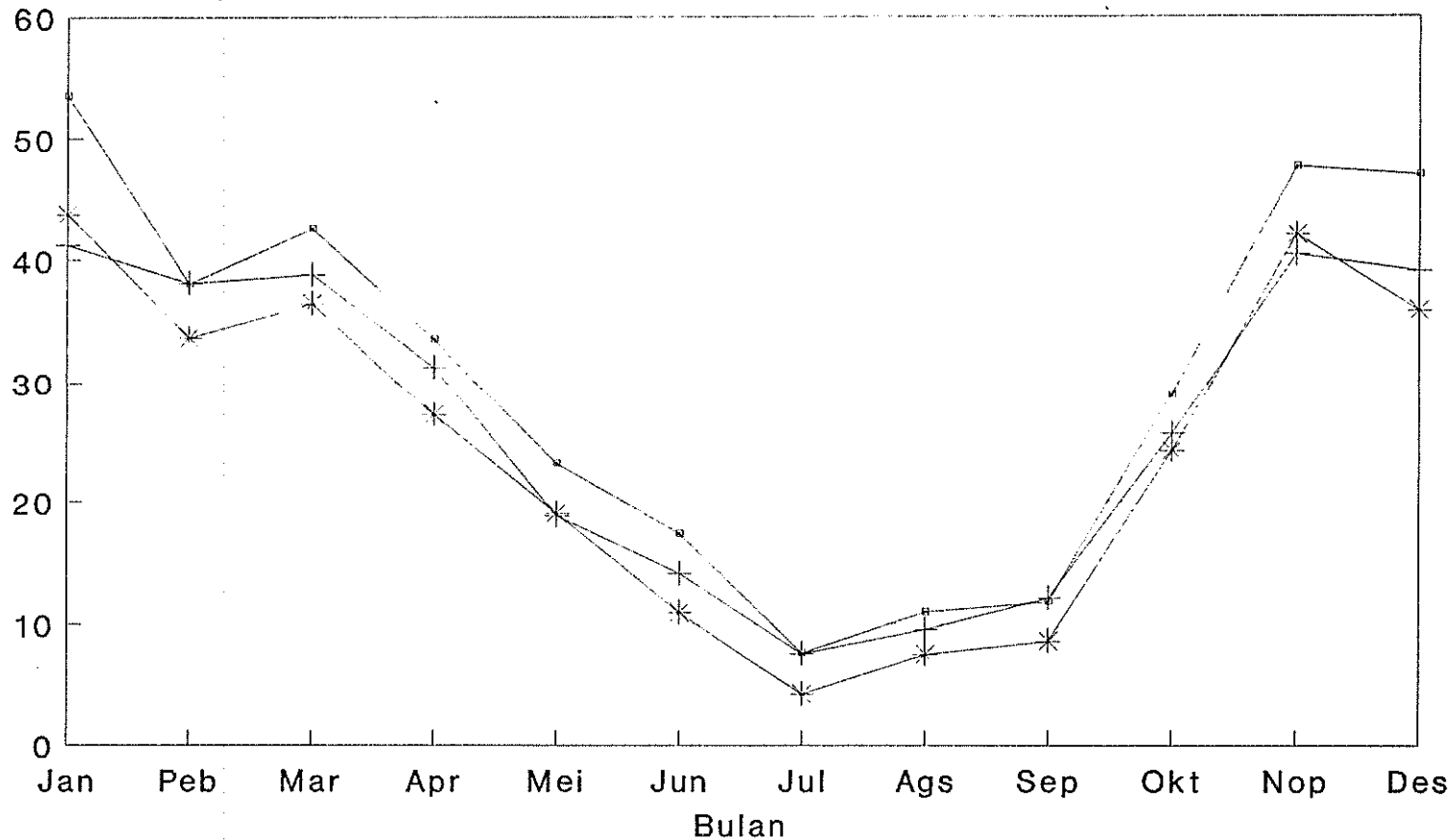
TAHUN	JAN			PEB			MAR			APR			MEI			JUN			JUL			AGT			SEP			OKT			NOP			DES			
	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH	JH	HH	MH				
1978	18.0	13	7.3	29.2	18	6.4	47.8	22	4.8	28.2	12	10.7	10.2	11	2.6	10.32	6	3.3	4.6	3	2	26.5	12	8	11.2	9	5.3	46.9	18	6	18.7	13	7.2	45.9	26	5.3	
1979	76.4	24	16.2	27.4	18	5.8	40.5	19	8.8	38.6	20	4.5	59.9	13	17.9	10.28	6	3.2	4	6	2.6	7	4	4.3	7.8	5	5.5	9.2	6	4.7	42.7	13	9	53.5	20	10.5	
1980	23.2	15	4.7	35.3	20	6	29	13	5.2	41.4	19	7.6	8.4	9	5.2	1	3	3.2	1.2	2	0.9	13.8	6	7	0	0	0	43.5	9	12.7	59.2	20	11.4	23	16	6.5	
1981	31	9	9.1	21.8	14	0.5	47.6	12	10.3	30.5	17	7.1	47.7	10	9.1	25.4	7	6.8	4.6	3	1.9	7.1	4	3	10.8	7	4.7	45.1	11	17	40.8	18	8.3	46.6	17	6.7	
1982	61.8	17	10.1	30	17	4.8	33.7	15	7.2	23	11	5.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.5	2	2.7	26.4	21	3.7	
1983	49.6	12	10.5	29.1	12	6.7	14.1	11	24	14.9	14	2.5	52.6	14	12	0.3	1	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	16	13	48	18	9.3	26.1	13	6.2
1984	44.1	17	8.2	27.6	16	3.7	34.9	14	6.3	28.9	18	3.9	32.3	14	1.9	4	2	2.9	4.2	4	3	5.4	3	3.6	42.5	21	7.3	23.6	10	8.8	42.6	19	9.2	34.6	19	5.8	
1985	24	18	6.7	26.2	12	9.4	27.4	15	4.8	24.9	12	9.6	6.7	3	2.8	4.1	4	1.8	0	0	0	3.9	6	1.1	2.9	6	1.3	31	8	8.8	63.1	16	13	23.7	13	4.2	
1986	34	16	6.3	23.6	10	4.3	61.1	24	12.2	22.1	10	6.7	1.2	1	1.2	15.9	12	3.2	4	5	2.1	4	3	1.5	41.8	16	7.2	20.9	10	4.9	66	17	11.1	17.8	13	9	
1987	52.4	21	6.6	49.8	22	7.3	19.3	12	4.8	19.1	7	3.5	11.4	3	7.6	8.7	3	4.2	3.6	2	3.4	2.3	2	1.4	0.02	1	0.02	0.3	2	0.2	57.9	16	11.9	51.3	23	6.4	
1988	22.8	16	4.8	14.6	10	4.3	35.4	15	10.7	8.6	7	3.9	19.9	14	5.7	28.9	10	14	0	0	0	3.3	4	1.9	7.8	2	6.8	32.4	10	7.3	37.8	16	14.4	29.7	21	9.4	
1989	53.6	23	12.5	58.2	26	7.8	24.9	22	3.3	30.4	14	12.1	9.8	9	1.5	39.5	12	8.5	15.8	8	6.3	6.8	8	2.2	0	0	0	23.6	10	5.6	18.6	17	6.2	39.8	19	6.9	
1990	24.4	25	4.3	13.5	14	3.8	41.2	19	4.3	35.2	16	7.8	25.8	11	7.8	15	16	2.4	13.9	7	9.3	10.9	9	2.8	1.4	3	1.1	22.9	6	15.3	48.9	15	13.2	41.5	23	6.2	
1991	92.2	26	11.4	63	23	9.6	42.7	18	6.6	21.4	20	6.4	4.3	5	2.7	0.9	1	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0.2	2	0.1	9.7	6	3.7	56.9	23	13.1	36.2	21	5.2
1992	41.7	21	7	56.3	19	9.7	37.6	21	9.7	51.6	22	9.6	17.8	11	5.2	12.3	9	4.4	17.6	5	4.9	37.7	8	19.4	19.3	15	3.1	69.2	24	11.4	56.5	15	12.2	40.4	18	12.9	
1993	35.5	22	6	34.3	12	7.6	26.3	22	7	23.7	15	10.5	14	7	3.6	9.2	10	2	0	0	0	0	0	0	0	0.9	3	0.6	0	0	0	29.3	16	7.1	53.2	24	12
1994	58.2	20	13.8	32.8	11	7.6	56.4	20	7.5	26.9	14	9.7	1.5	4	0.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	10	7	19.4	12	60	

Keterangan :

- JH = Jumlah Hujan (cm)
- HH = Hari Hujan (hari)
- MH = Maksimum Hujan (cm)

Lampiran 7. Grafik Curah Hujan Bulanan Tahun 1978 - 1994
Di DAS Sempor

Curah hujan bulanan (cm)

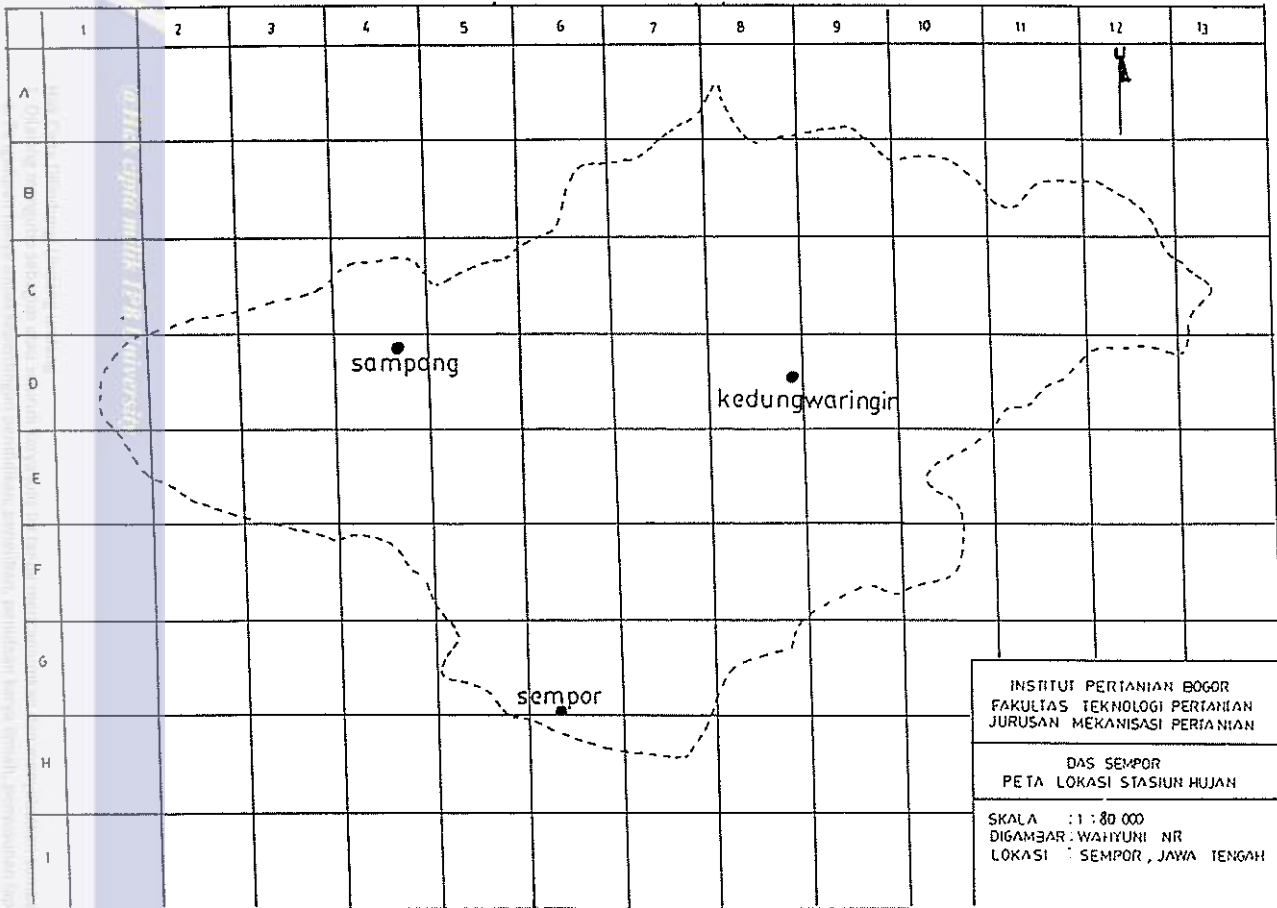


—■— St. Sempor -+- St. Sampang -*- St. Kedungwaringin

Lampiran 8. Nilai Erosivitas Hujan di Daerah Aliran Sungai Sempor
Tahun 1978 – 1994

BULAN	STASIUN		
	SEMPOR	SAMPANG	KD. WRINGIN
JAN	578.49	354.50	461.21
PEB	353.32	308.05	307.36
MAR	391.34	322.73	378.10
APR	329.89	324.43	264.32
MEI	221.04	155.59	194.19
JUNI	151.84	107.70	92.07
JULI	52.09	46.19	33.16
AGT	109.91	74.19	66.78
SEP	89.42	81.04	63.88
OKT	299.91	210.78	288.91
NOP	524.85	432.48	526.96
DES	452.20	356.69	424.37
JUMLAH	3554.28	2774.35	3101.32

Lampiran 9. Lokasi Stasiun pengamat Hujan di DAS Sempor



Sumber : (Army Map Service, Washington, Amerika Serikat. 1944)

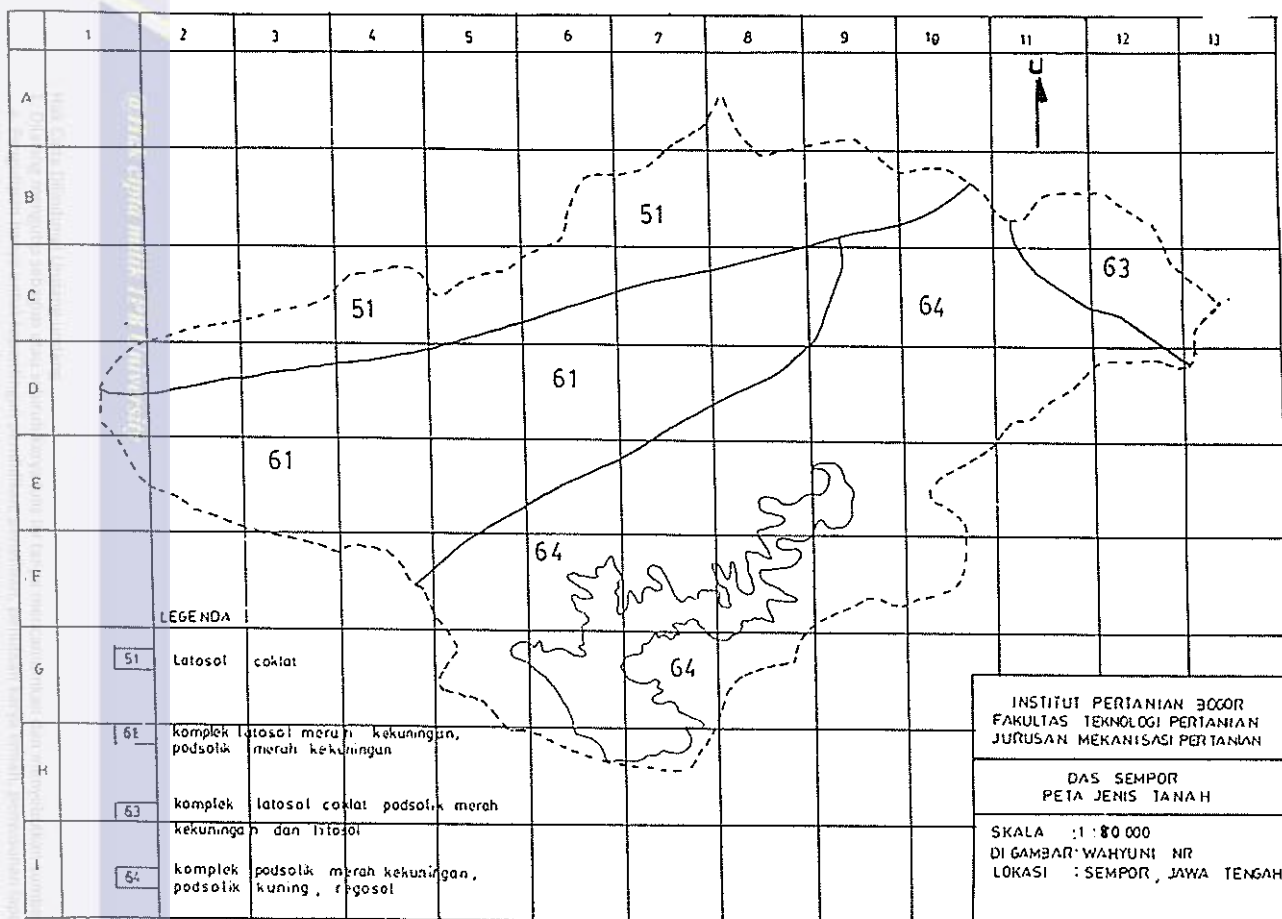
Lampiran 10. Jenis Tanah, Bahan Induk dan Nilai Erodibilitas DAS Sempor *)

No	Jenis Tanah	Bahan Induk	Nilai Erodibilitas
1.	Latosol Coklat	Tuf Vulkan Intermedier	0.18
2.	Komplek latosol coklat podsolik merah kekuningan dan litosol	Batu endapan dan vulkan	0.19 – 0.36
3.	Komplek latosol merah kekuningan, podsolik merah kekuningan	Batu Liat (lunak)	0.37 – 0.46
4.	Komplek podsolik merah kekuningan, podsolik kuning, regosol	Batu Pasir dan Batu liat	0.47 – 0.49

*) Sumber : Laporan Rencana Teknik Lapangan Rehabilitas Lahan dan Konservasi Tanah Daerah Aliran Sungai Sempor, Sub Balai Rehabilitas Lahan Dan Konservasi Tanah Serayu Luk Ulo 1990/1991

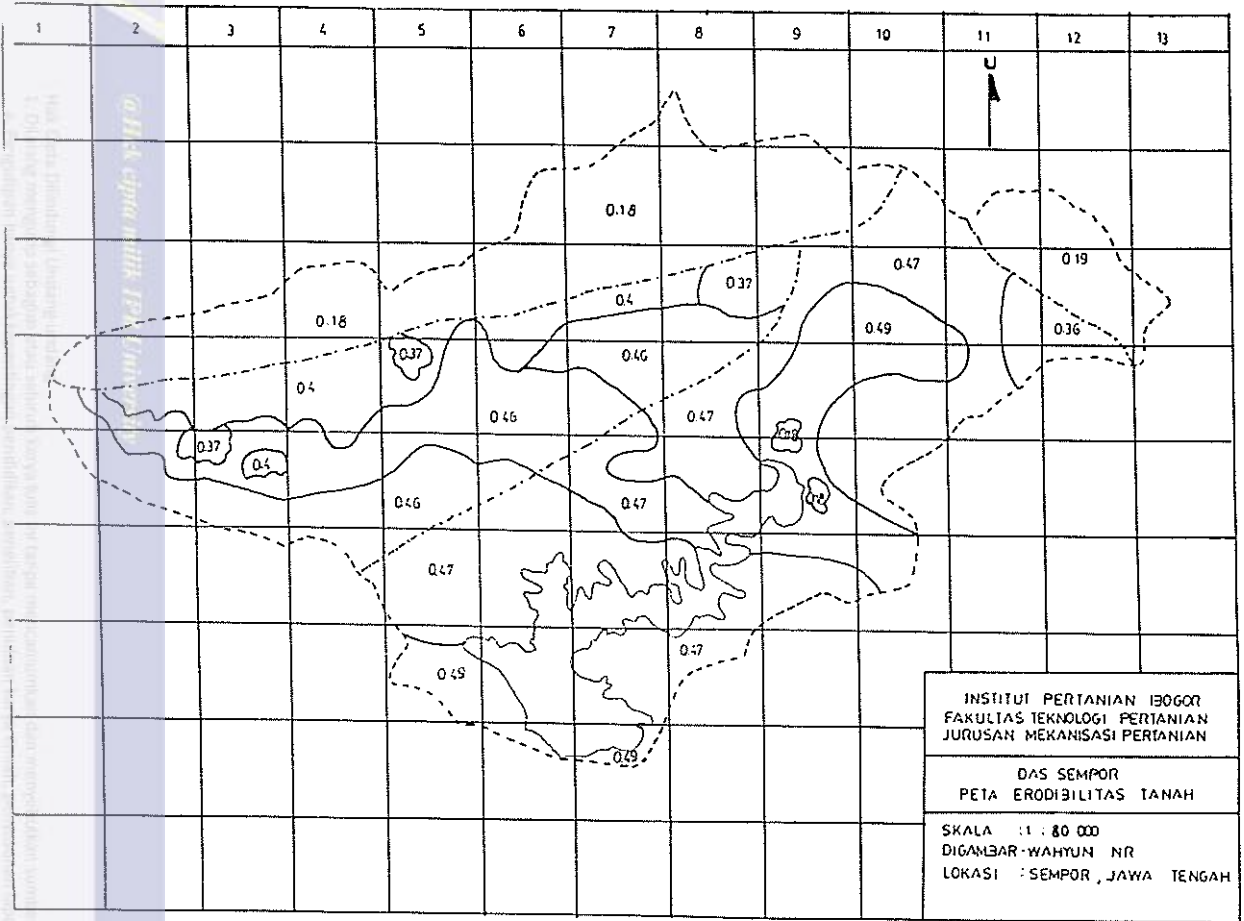
***) Keterangan : Nilai Erodibilitas Tanah Didapat Dari Nomogram

Lampiran 11. Peta Jenis Tanah di DAS Sempor



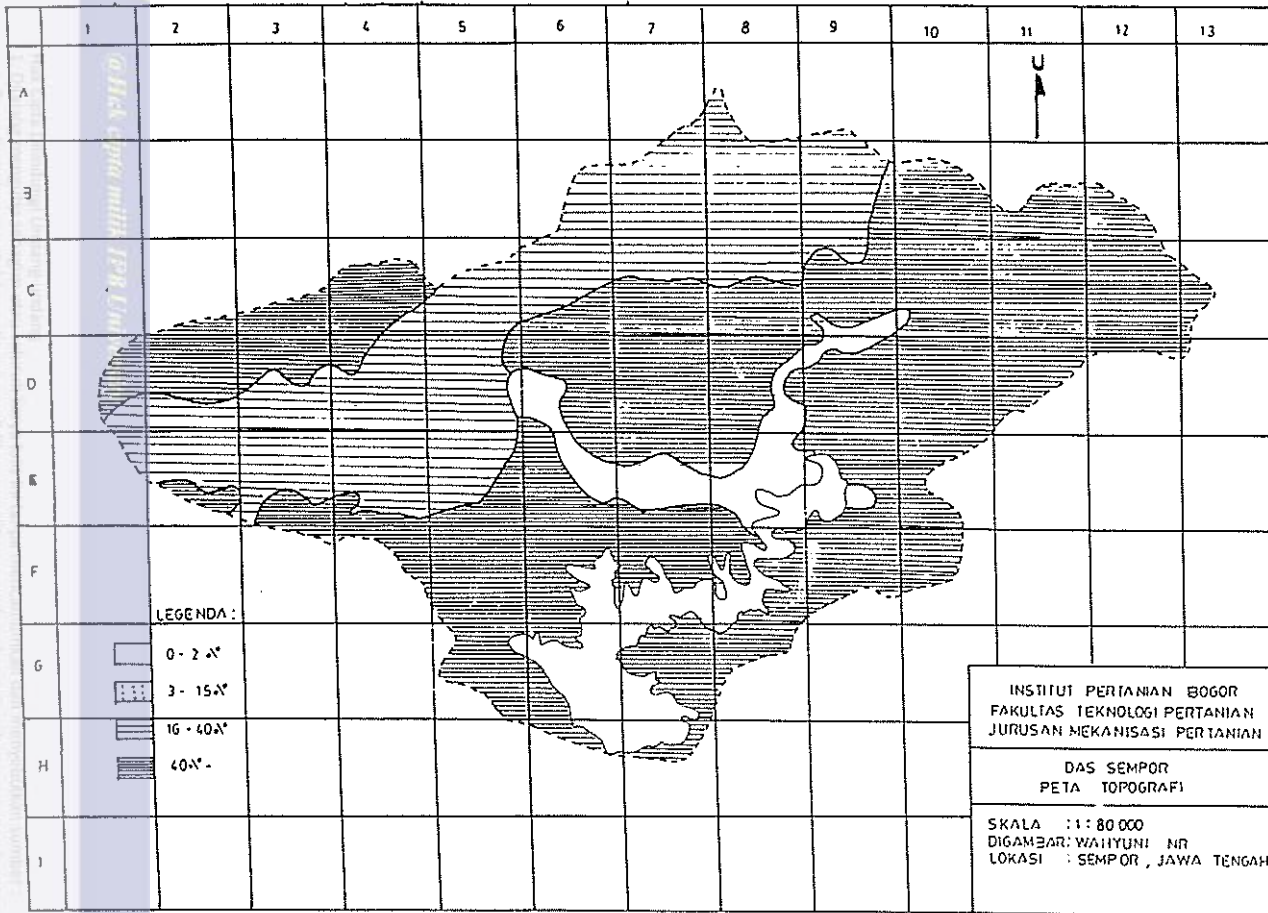
Sumber : (Balai Rehabilitas Lahan dan Konservasi Tanah Serayu Luk Ulo. 1991)

Lampiran 12. Peta Erodibilitas Tanah di DAS Sempor



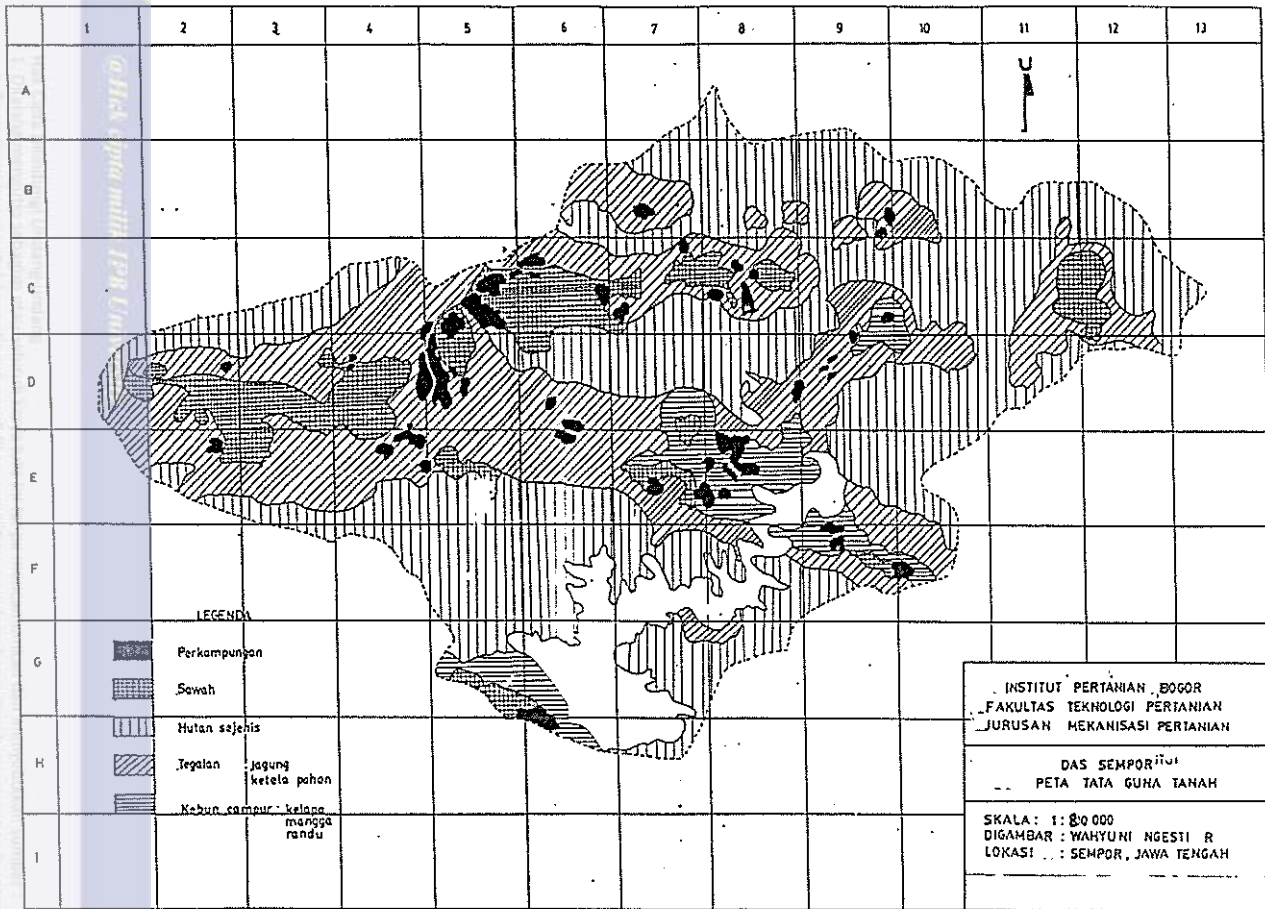
Sumber : (Balai Rehabilitas Lahan dan Konservasi Tanah Serayu Luk Ulo. 1991)

Lampiran 14. Peta Topografi di DAS Sempor



Sumber : (Balai Rehabilitas Lahan dan Konservasi Tanah Serayu Luk Ulo. 1991)

Lampiran 15. Peta Tata Guna Lahan di DAS Sempor



Sumber : (Balai Rehabilitas Lahan dan Konservasi Tanah Serayu Luk Ulo. 1991)

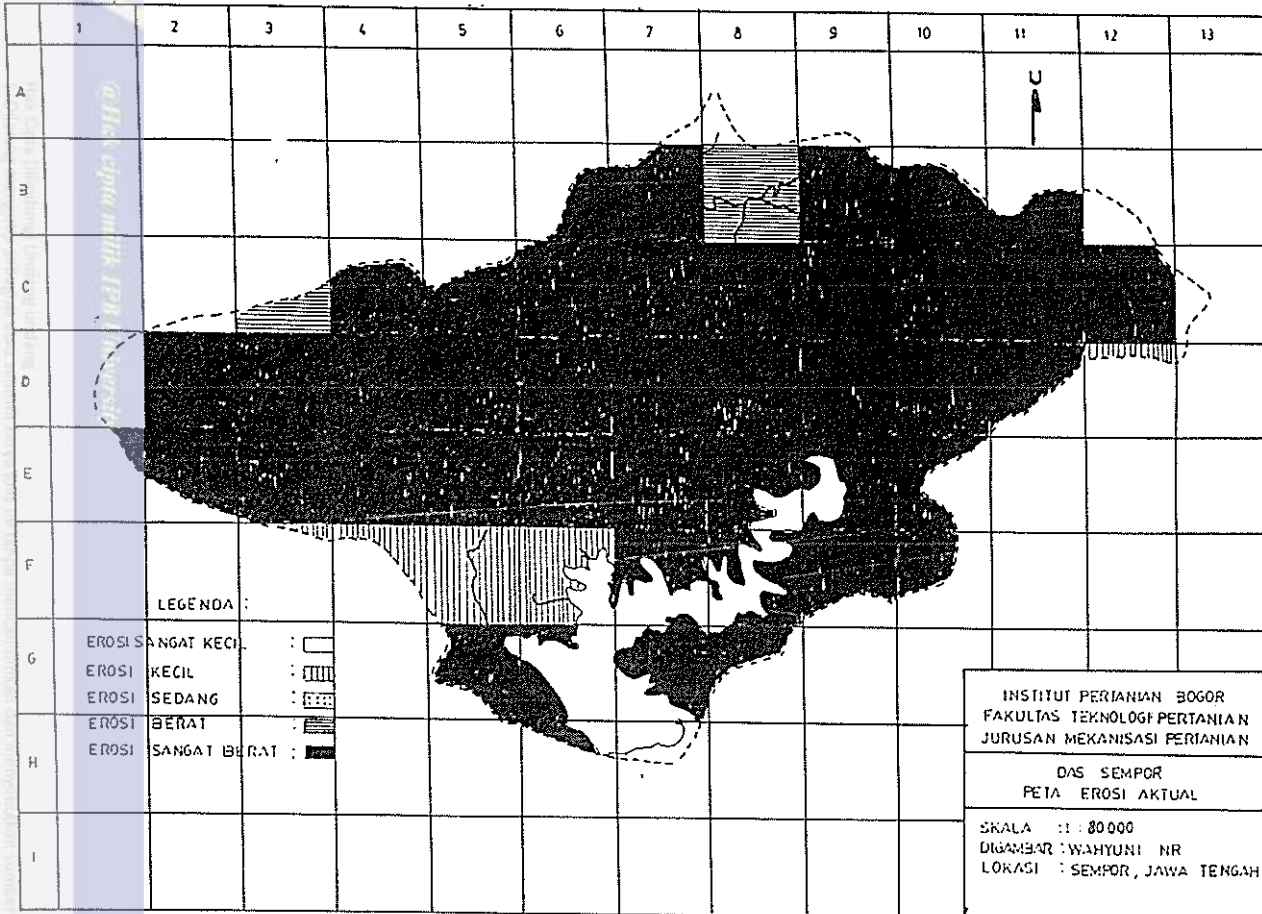
Lampiran 16. Hasil Perhitungan Erosi dengan Metode USLE di DAS Sempor

No.	No. Unit Peta	Faktor Erosivitas (R)	Faktor Erodibilitas (K)	Faktor Kelerengan (LS)	Indeks (CP)	Erosi potensial $E = R \cdot K \cdot LS$ (ton/ha/tahun)	Erosi Aktual $E = R \cdot K \cdot LS \cdot CP$ (ton/ha/tahun)	Luas Unit Peta (Ha)	Total Erosi Aktual (ton/tahun)	Kelas Bahaya Erosi
1	A7	3101	0.180	10.0291	0.0010	5598.0430	5.5980	5.40	30.2294	SK
2	A8	3101	0.180	10.0291	0.0010	5598.0430	5.5980	25.20	141.0707	SK
3	A9	3101	0.180	10.0291	0.0010	5598.0430	5.5980	9.80	54.8608	SK
4	B6	2774	0.180	10.0291	0.3137	5007.7302	1570.9250	36.60	57495.8538	SB
5	B7	2938	0.180	10.0291	0.3649	5303.7892	1935.3527	94.20	182310.2239	SB
6	B8	3101	0.180	10.0291	0.0488	5598.0430	273.1845	100.00	27318.4500	B
7	B9	3101	0.180	11.7669	0.1967	6568.0482	1291.9351	99.40	128418.3479	SB
8	B10	3101	0.339	17.4112	0.1746	18303.3325	3195.7619	72.60	232012.3103	SB
9	B11	3101	0.233	17.4112	0.0571	12580.1666	718.3275	44.80	32181.0725	SB
10	B12	3101	0.190	17.4112	0.0010	10258.5049	10.2585	31.40	322.1171	SK
11	C2	2774	0.180	17.4112	0.0010	8693.7604	8.6938	9.80	85.1989	SK
12	C3	2774	0.180	17.4112	0.0219	8693.7604	190.3934	36.00	6854.1607	B
13	C4	2774	0.180	16.7833	0.4080	8380.2374	3419.1368	77.60	265325.0189	SB
14	C5	2774	0.220	10.3162	0.5183	6295.7705	3263.0979	73.00	238206.1444	SB
15	C6	2774	0.253	12.0251	0.2418	8439.4797	2040.6662	93.60	191006.3562	SB
16	C7	2938	0.328	13.8382	0.3777	13335.3752	5036.7712	100.00	503677.1200	SB
17	C8	3101	0.398	14.3009	0.3263	17650.1422	5759.2414	100.00	575924.1393	SB
18	C9	3101	0.449	14.6001	0.2774	20328.4346	5639.1078	100.00	563910.7768	SB
19	C10	3101	0.478	16.9940	0.0747	25189.8323	1881.6805	100.00	188168.0475	SB
20	C11	3101	0.369	17.4112	0.1855	19923.0964	3695.7344	100.00	369573.4385	SB
21	C12	3101	0.230	17.4112	0.1552	12418.1902	1927.3031	93.40	180010.1110	SB
22	C13	3101	0.190	17.4112	0.0010	10258.5049	10.2585	16.40	168.2395	SK
23	D1	2774	0.359	14.2832	0.2720	14224.1533	3868.9697	35.40	136961.5268	SB
24	D2	2774	0.340	15.1818	0.2865	14318.8665	4102.3552	98.60	404492.2275	SB
25	D3	2774	0.349	13.6020	0.2563	13168.4499	3375.0737	84.80	286206.2495	SB
26	D4	2774	0.383	11.0331	0.3831	11722.0288	4490.7092	100.00	449070.9245	SB
27	D5	2774	0.426	10.6183	0.5549	12547.8999	6962.8297	100.00	696282.9682	SB
28	D6	2774	0.454	14.3566	0.2907	18080.6446	5256.0434	100.00	525604.3389	SB
29	D7	3101	0.460	17.4112	0.1319	24836.3804	3275.9186	100.00	327591.8568	SB
30	D8	3101	0.469	14.8715	0.2412	21628.6486	5216.8300	100.00	521683.0038	SB
Jumlah Total						370547.4000	78433.3537	2138.0000	7091086.3841	

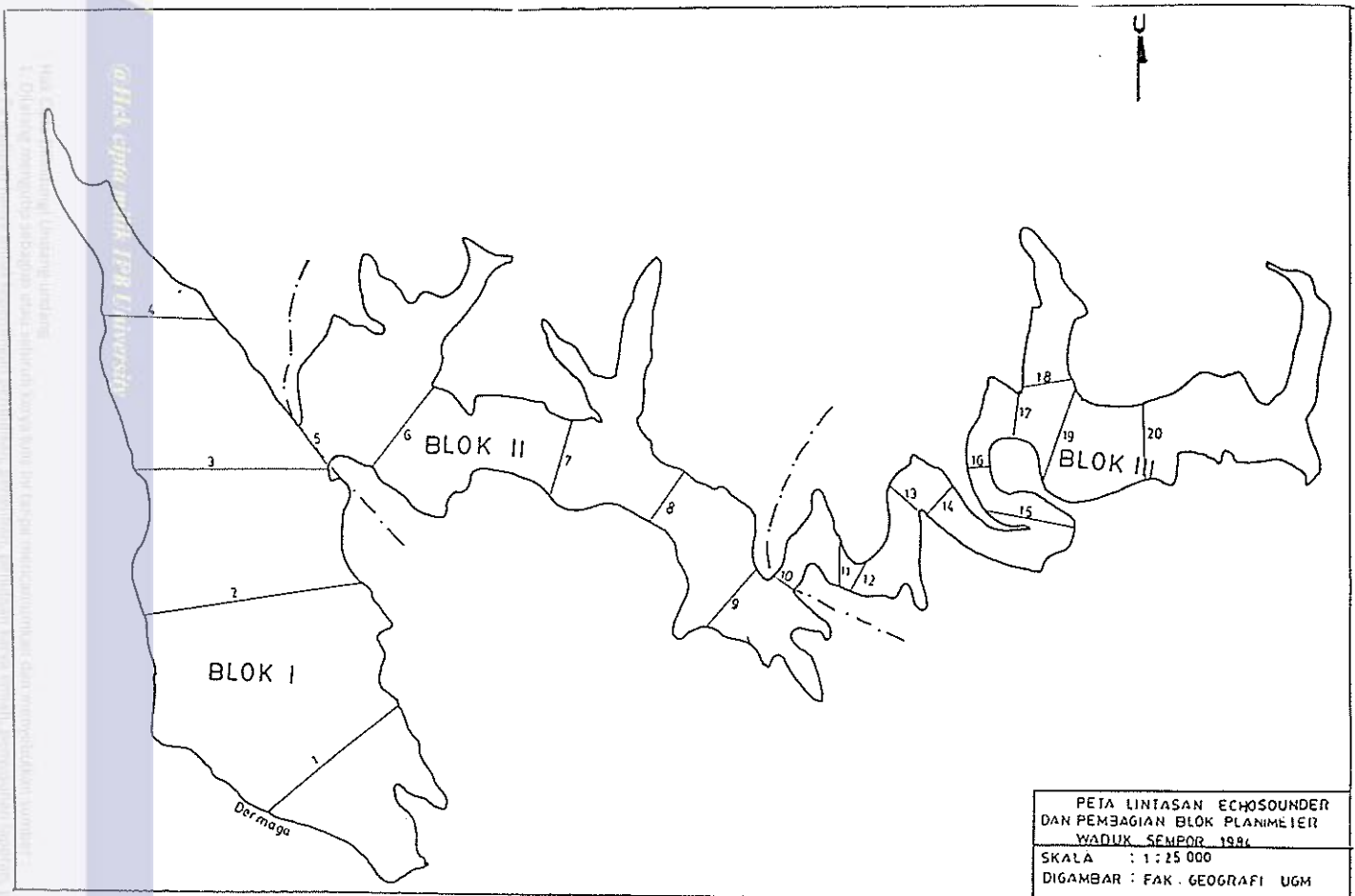
Lampiran 16. (lanjutan)

No.	No. Unit Peta	Faktor Erosivitas (R)	Faktor Erodibilitas (K)	Faktor Kelerengan (LS)	Indeks (CP)	Erosi Potensial $E = R \cdot K \cdot LS$ (ton/ha/tahun)	Erosi Aktual $E = R \cdot K \cdot LS \cdot CP$ (ton/ha/tahun)	Luas Unit Peta (Ha)	Total Erosi Aktual (ton/tahun)	Kelas Bahaya Erosi
						370547.4000	78433.3537	2138.0000	7091086.3841	
31	D9	3101	0.479	15.3519	0.4031	22803.3899	9192.0465	100.00	919204.6457	SB
32	D10	3101	0.476	15.0087	0.1762	22153.9819	3903.5316	100.00	390353.1604	SB
33	D11	3101	0.443	17.4112	0.2055	23918.5141	4915.2547	57.60	283118.6680	SB
34	D12	3101	0.360	17.4112	0.4174	19437.1672	8113.0736	11.80	95734.2685	SB
35	D13	3101	0.360	17.4112	0.0010	19437.1672	19.4372	3.40	66.0864	K
36	E1	2774	0.460	10.0291	0.5700	12797.5328	7294.5937	9.40	68569.1805	SB
37	E2	2774	0.454	10.6512	0.4576	13414.0787	6138.2824	71.80	440728.6764	SB
38	E3	2774	0.438	12.9247	0.4021	15703.6656	6314.4439	92.80	585980.3973	SB
39	E4	2774	0.458	11.5350	0.4154	14655.1252	6087.7390	100.00	608773.9016	SB
40	E5	2774	0.460	17.4112	0.2396	22217.3876	5323.2861	100.00	532328.6080	SB
41	E6	3164	0.461	17.4112	0.3929	25396.0460	9978.1065	100.00	997810.6460	SB
42	E7	3101	0.467	10.9589	0.3648	15870.3173	5789.4918	100.00	578949.1764	SB
43	E8	3101	0.470	17.4112	0.3145	25376.3017	7980.8469	83.00	662410.2905	SB
44	E9	3101	0.450	15.0752	0.1876	21036.6878	3946.4826	77.00	303879.1632	SB
45	E10	3101	0.473	17.4112	0.1494	25538.2781	3815.4187	61.80	235792.8782	SB
46	F3	3554	0.460	17.4112	0.0010	28464.5262	28.4645	9.60	273.2595	K
47	F4	3554	0.461	17.4112	0.0010	28526.4056	28.5264	28.40	810.1499	K
48	F5	3554	0.470	17.4112	0.0010	29083.3203	29.0833	92.00	2675.6655	K
49	F6	3554	0.470	17.4112	0.0010	29083.3203	29.0833	75.80	2204.5157	K
50	F7	3554	0.470	17.4112	0.0724	29083.3203	2105.6324	54.60	114967.5283	SB
51	F8	3554	0.470	17.4112	0.1519	29083.3203	4417.7563	62.60	276551.5473	SB
52	F9	3554	0.477	17.4112	0.3528	29516.4761	10413.4128	75.80	789336.6875	SB
53	F10	3554	0.488	17.4112	0.4942	30197.1495	14923.4313	35.60	531274.1544	SB
54	G5	3554	0.490	17.4112	0.2628	30320.9084	7968.3347	64.20	511567.0887	SB
55	G6	3554	0.490	17.4112	0.1126	30320.9084	3414.1343	34.80	118811.8730	SB
56	G7	3554	0.470	17.4112	0.0589	29083.3203	1713.0076	63.00	107919.4765	SB
57	G8	3554	0.470	17.4112	0.0414	29083.3203	1204.0495	28.00	33713.3848	SB
58	H6	3554	0.470	17.4112	0.3550	29083.3203	10324.5787	12.40	128024.7758	SB
59	H7	3554	0.470	17.4112	0.0010	29083.3203	29.0833	11.40	331.5499	K
Jumlah Total						1080315.9773	223873.9671	3854.8000	16413247.7879	

Lampiran 17. Peta erosi aktual di DAS sempor

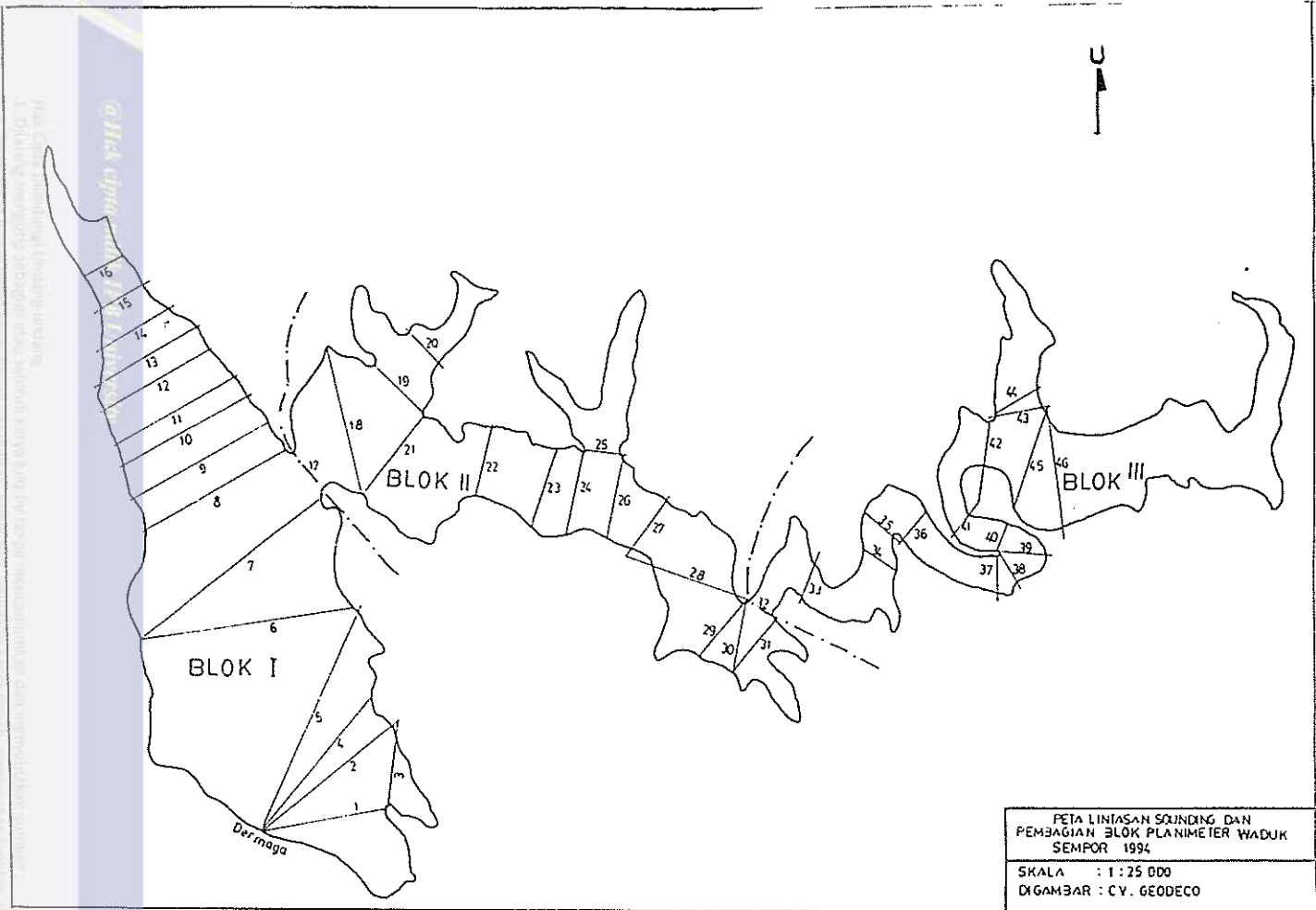


Lampiran 18. Peta Lintasan Echosounder 1984

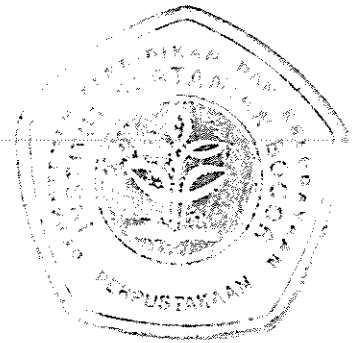


Sumber : (Universitas Gajah Mada. 1984.)

Lampiran 19. Peta Lintasan Echosounder 1994



Sumber : (Geodeco. 1994)



Halaman ini merupakan bagian dari dokumen publikasi resmi Institut Pertanian Bogor. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi situs web resmi IPB di www.ipb.ac.id.
Dilarang keras untuk menyalin, mendistribusikan, atau melakukan tindakan lain yang melanggar hak cipta tanpa izin tertulis dari Institut Pertanian Bogor. Untuk informasi lebih lanjut, silakan hubungi bagian hukum IPB di legal@ipb.ac.id.

Lampiran 20. Volume Waduk Sempor Berdasarkan Luas Penampang Endapan Tiap Elevasi Tahun 1984

ELEVASI ENDAPAN (M)	LUAS PENAMPANG ENDAPAN (M ²)			LUAS TOTAL (m ²)	VOLUME ANTARA 2 ELEVASI ENDAPAN (M ³)			VOLUME DI BAWAH ELEVASI ENDAPAN (M ³)			VOLUME TOTAL (m ³)
	BLOK I	BLOK II	BLOK III		BLOK I	BLOK II	BLOK III	BLOK I	BLOK II	BLOK III	
72	1318878	887150	493966	2699994							5136926
					2505738	1580853	1050335				41667
70	1188000	697500	557000	2442500						41667	41667
					5703386	3232994	2004569				10940949
65	1094000	597000	263000	1954000						132166	132166
					5223084	2759508	932242				8914834
60	996000	508000	119250	1623250						107500	107500
					4518649	2239166	330545				7088360
55	814500	390250	24750	1229500						17083	17083
					3707961	1677283	51208				5436452
50	671000	283500	1000	955500				14583	29166	13750	57499
					2846942	1094825	1666				3943433
45	473500	160250		633750					16667		16667
					1770810	502755					2273565
40	247000	51000		298000				183332		55833	239165
					446247	85000					531247
35	1500			1500				2500			2500
VOLUME TOTAL											44880013

Lampiran 22. Data Teknis Waduk Sempor

1. Waduk			
Luas DAS Sempor	:	38.55	km ²
Debit rata-rata	:	2.8	m ³ /detik
Kapasitas waduk maksimum	:	52 000 000	m ³
Kapasitas waduk efektif	:	46 500 000	m ³
Muka air maksimum	:	72	m
Muka air minimum	:	43	m
Daerah genangan	:	270	ha
2. Bendungan Utama			
Tipe bendungan	:	Rockfill dam dengan inti kedap air	
Volume tubuh bendungan	:	1 600 000	m ³
Tinggi tubuh bendungan	:	54	m
Panjang mercu bendungan	:	220	m
Lebar mercu bendungan	:	10	m
Elevasi mercu bendungan	:	77	m
3. Bendungan Beton			
Volume	:	14 000	m ³
Tinggi	:	17	m
Panjang	:	137	m
Lebar	:	5.6	m
4. Bendungan pembantu			
Tipe bendungan	:	Earth fill	
Volume	:	100 000	m ³
Panjang	:	227	m
Lebar mercu	:	6	m
Tinggi bendungan	:	12	m
5. Bangunan Pelimpah			
Tipe	:	Saluran peluncur dengan mercu pelimpah bebas	
Elevasi mercu	:	72	m
Saluran peluncur	:	166	m
lebar	:	12	m
Kapasitas	:	500	m ³ /detik
6. Terowongan pengelak			
- Diameter	:	3.5	m (lama)
kapasitas	:	80.0	m ³ /detik
panjang	:	126.0	m
- Diameter	:	7	m (baru)
kapasitas	:	320	m ³ /detik
Panjang	:	180	m

Lampiran .22. (lanjutan)

7. Bangunan pengambil

Konstruksi	:	pipa baja	
Diameter	:	1.6	m
Panjang	:	168	m
Kapasitas	:	11	m ³ /detik

8. Bangunan pembagi

Lokasi	:	Bojong	
Lebar	:	44.15	m
Tinggi	:	1	m
Kapasitas pintu barat	:	0.55	m ³ /detik
Kapasitas pintu timur	:	12	m ³ /detik

Office of the Rector of IPB University



Halaman ini merupakan bagian dari dokumen yang bersifat rahasia dan tidak boleh disebarluaskan kepada pihak lain tanpa izin dari pihak yang bersangkutan.