

PREDIKSI DAN PENGUKURAN EROSI

Metode Penetapan Erosi ada beberapa cara:

A. Prediksi erosi pada Bidang Tanah

Prediksi erosi dari sebidang tanah adalah metode untuk memperkirakan laju erosi yang akan terjadi dari tanah yang dipergunakan dalam penggunaan dan pengelolaan tertentu.

B. Pengukuran erosi

1. Metode petak kecil
2. Metode DAS → dg mengukur sedimen
3. Metode survey profil tanah yg tererosi
4. Dg memasang tongkat pengukur

A. Prediksi Erosi pd Bidang Tanah

Metode ini dikembangkan oleh Wischmeier dan Smith (1978) menggunakan persamaan **USLE** (*Universal Soil Loss Equation*) untuk menduga laju rata-rata erosi suatu bidang tanah tertentu untuk setiap macam tanaman dan tindakan pengelolaan yang mungkin dilakukan atau yang sedang dipergunakan.

Kelemahan USLE adalah (1) hanya dapat memprediksi erosi lembar dan erosi alur di bawah keadaan tertentu, (2) tidak dapat memprediksi pengendapan, (3) tidak mempertimbangkan sedimen erosi parit, tebing sungai dan dasar sungai. (4) erosi terlalu tinggi dari yang sebenarnya pada lahan yang panjang lerengnya > 400m. (5) **Tdk bisa dilakukan pada tanah timbunan spt di perusahaan Tambang.**

Keunggulan: bisa dilakukan sepanjang waktu (kapan saja, tidak terpengaruh musim)

PERSAMAAN USLE (**Wischmeier dan Smith, 1978**)

Persamaan USLE adalah: $A = R.K.LS.C.P$

Keterangan:

A = Banyaknya tanah yang tererosi (ton/ha/th).

R = Erosivitas hujan

K = Erodibilitas tanah

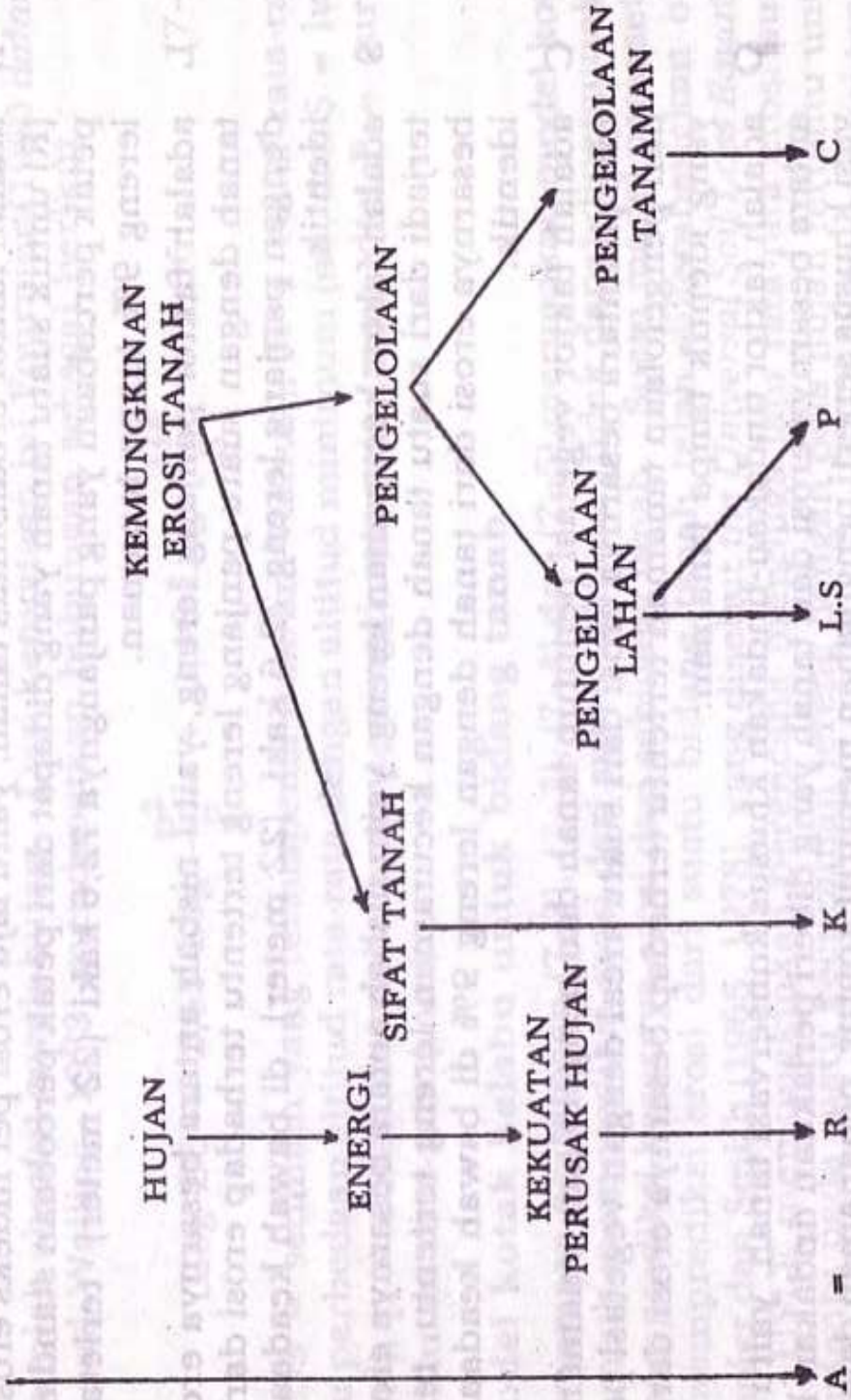
L = panjang lereng

S = kemiringan lereng (slope)

C = faktor vegetasi penutup tanah dan pengelolaan tanaman.

P = faktor tindakan konservasi tanah.

**BESARNYA EROSI
YANG AKAN TERJADI
ADALAH FUNGSI :**



Nilai R dapat dihitung dengan beberapa cara tergantung data yang tersedia.

a. Jika penakar hujan otomatis, maka:

$$EI_{30} = E \cdot I_{30} \cdot 10^{-2} \text{ dimana } E = 210 + 89 \log I$$

b. Jika penakar hujan biasa (non-otomatis), maka:

- LENVAIN (1975): $E \cdot I_{30} = 2,34 R^{1,98}$, dimana R = curah hujan tahunan

$$\mathbf{RM = 2,21 (Rain)_m^{1,36}}$$
, Rain = curah hujan bulanan (cm).

- BOLS (1978): $E \cdot I_{30} \text{ Bulanan} = 6,119 (RAIN)^{1,21} \cdot (DAYS)^{-0,47} \cdot (MAXP)^{0,53}$

Nilai K dapat dicari dengan menggunakan **Nomograf erodibilitas tanah** atau dengan rumus:

$$\mathbf{100 K = 1,292 \{2,1 M^{1,14} \cdot 10^{-4} (12-a) + 3,25 (b-2) + 2,5 (c-3)\}}$$

Keterangan:

M = (persen pasir sangat halus + debu)(100 - % lempung)

a = % bahan organik.

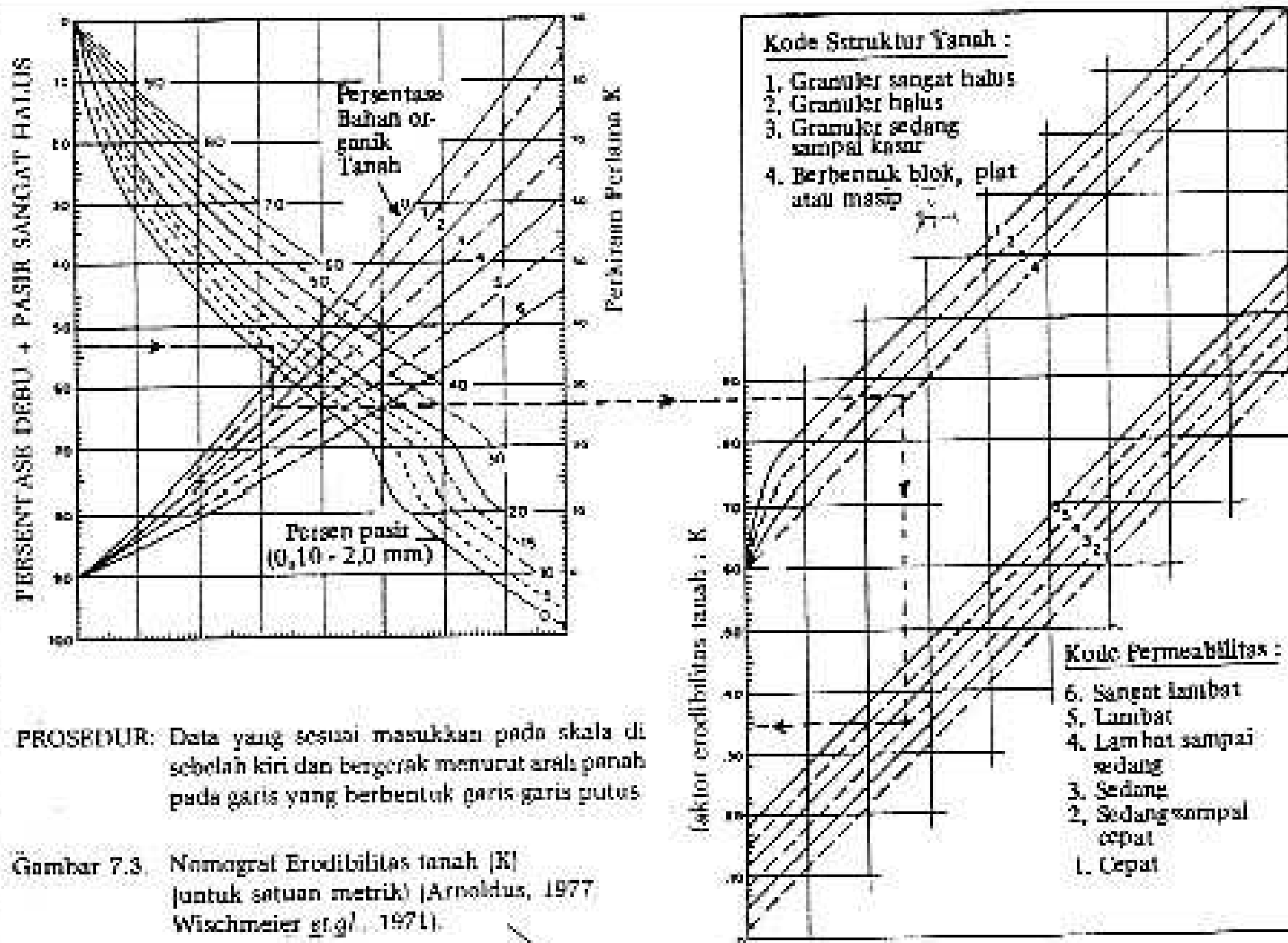
b = kode struktur tanah (lihat tabel)

c = permeabilitas tanah (lihat tabel)

Nilai L dapat dicari dengan cara menghitung jarak kontur pada peta topografi atau dengan rumus sbb:

$$L = \left\{ \frac{X \cdot m}{22} \right\}$$

X = panjang lereng; m = konstanta



debu & pasir sdt halus 53%, pasir kasar 5%, BO 2%, struktur:umpal membulat (4), permeabilitas: sedang (3), K= 0.3

Atau digabung nilai L dengan nilai S sbb:

$$LS = \sqrt{x} (0,0138 + 0,00965 S + 0,00138 S^2)$$

x = panjang lereng (m); S= slope (%)

Atau bisa dengan nomograf faktor LS

Nilai C dan P dapat dicari dengan jalan melihat pada table C dan P.

Dari enam komponen tersebut akan didapatkan A sebagai **erosi aktual**, sedangkan jika tanpa faktor tanaman dan faktor tindakan konservasi (C dan P = 1) maka disebut **erosi potensial**.

Tabel Penilaian Klas Kelerengan (LS)
Sumber : Sarwono Hardjowigeno dan Soleh Sukmana, 1995.

Kemiringan lereng (%)	Lereng	Nilai LS
0 – 8	Datar	0,25
8 – 15	Landai	1,20
15 – 25	Curam	4,25
25 – 45	Agak Curam	9,50
> 45	Sangat Curam	12,00

Tabel Nilai Faktor C dengan Pertanaman Tunggal (Abdulrachman, Sofiyah, dan Undang Kurnia 1981, Hammer, 1981).

No	Jenis Tanaman	Abdulrachman et al (1981)	Hammer (1981)
1	Rumput Brachiaria decumbers tahun I	0,278	0,3
2	Rumput Brachiaria decumbers tahun II	0,002	0,002
3	Kacang tunggak	0,161	-
4	Sorghum	0,242	-
5	Ubi kayu	-	0,8
6	Kedelai	0,399	-
7	Serai wangi	0,434	0,4
8	Kacang tanah	0,20	0,2
9	Padi (lahan kering)	0,561	0,5
10	Jagung	0,637	0,7
11	Padi sawah	0,01	0,01
12	Kentang	-	0,4
13	Kapas, tembakau	0,5-0,7*)	-
14	Nanas dengan penanaman menurut kontur :		
	a. dengan mulsa dibakar	0,2-0,5*)	-
	b. dengan mulsa dibenam	0,1-0,3*)	-
	c. dengan mulsa di permukaan	0,01- *)	-
15	Tebu	-	0,2
16	Pisang (jarang yang monokultur)	-	0,6
17	Talas	-	0,86
18	Cabe, jahe, dll	-	0,9
19	Kebun campuran rapat	-	0,1
	Kebun campuran ubi kayu + kedelai	-	0,2
	Kebun campuran gude + kacang tanah (jarang)	0,495	0,5
20	Ladang berpindah	-	0,4
21	Tanah kosong diolah	1,0	1,0
22	Tanah kosong tak diolah	-	0,95
23	Hutan tak terganggu	0,001	-
24	Semak tak terganggu sebagian rumput	0,01	-
		0,10	
25	Alang-alang permanen	0,02	-
26	Alang-alang dibakar 1 kali	0,70	-
27	Semak lantana	0,51	-
28	Albizia dengan semak campuran	0,012	-
29	Albizia bersih tanpa semak dan tanpa seresah	1,0	-
30	Pohon tanpa semak	0,32	-
31	Kentang ditanam searah lereng	1,0	-

Tabel Nilai Faktor
Konservasi Tanah
(Sarwono Hardjowigeno
dan Soleh Sukmana, 1995).

No	Teknik Konservasi Tanah	Nilai P
1	Teras bangku	0,37
	a. Sempurna	0,04
	b. Sedang	0,15
	c. Jelek	0,35
2	Teras tradisional	0,40
3	Padang rumput (permanent grass field)	
	a. Bagus	0,04
	b. Jelek	0,40
4	Hill side ditch atau field pits	0,3
5	Contour cropping	
	a. dengan kemiringan 0-8 %	0,5
	b. dengan kemiringan 9-20 %	0,75
	c. dengan kemiringan > 20 %	0,9
6	Limbah jerami yang digunakan	
	a. 6 ton/ha/tahun	0,3
	b. 3 ton/ha/tahun	0,5
	c. 1 ton/ha/tahun	0,8
7	Tanaman perkebunan	
	a. dengan penutup tanah rapat	0,1
	b. dengan penutup tanah sedang	0,5
8	Reboisasi dengan penutup tanah pada tahun awal	0,3
9	Strip cropping jagung - kacang tanah, sisa tanaman dijadikan mulsa	0,050
10	Jagung - kedelai, sisa tanaman dijadikan mulsa	0,087
11	Jagung - mulsa jerami padi	0,008
12	Padi gogo - kedelai, mulsa jerami 4ton/ha	0,193
13	Kacang tanah - kacang hijau	0,730
14	Kacang tanah - kacang hijau - mulsa jerami	0,013
15	Padi gogo – jagung – kacang tanah + mulsa	0,267
16	Jagung + padi gogo + ubi kayu - kacang tanah, sisa tanaman dijadikan mulsa	0,159
17	Teras gulud : padi – jagung	0,013
18	Teras gulud : sorghum - sorghum	0,041
19	Teras gulud : ketela pohon	0,063
20	Teras gulud : Jagung - kacang tanah, mulsa + sisa tanaman dijadikan mulsa	0,006
21	Teras gulud : jagung + kedelai	0,105
22	Teras gulud : padi – jagung –kacang tunggak, kapur 2 ton/ha	0,012
23	Teras bangku : jagung – ubi kayu/kedelai	0,056
24	Teras bangku : sorghum – sorghum	0,024
25	Teras bangku : kacang tanah – kacang tanah	0,009

CONTOH 2: PERHITUNGAN EROSI

Berikut ini data CH, sifat fisik tanah dan penggunaan lahan di wilayah DAS Progo.

1. Curah hujan (mm) th 2005

Januari	475
Februari	483
Maret	690
April	320
Mei	184
Juni	0
Juli	0
Agustus	0
September	0
Oktober	0
November	3
Desember	82

R = 1954,08

2. Sifat fisik tanah

- Tekstur: Pasir (0,1 – 2mm) = 60,38 %
- Debu (0,002-0,05mm)=17,29 %
- Lempung (<0,002mm = 7,93 %
- Pasir sgt halus (0,05-0,1)= 14,40%

- BV = 1,10 g/cm³

- BO = 1,36 %

- Tipe struktur granuler halus

- Permeabilitas sedang (10,5 cm/jam)

- Kemiringan lereng 8 %

3. Penggunaan lahan:

- Sebagai kbn campuran, pola tanam tumpang gilir.

- Teknik konservasi: teras bangku sudah jelek.

Pertanyaan:

Berapa ton/ha/th erosi (A) yang terjadi di DAS Progo tersebut dengan menggunakan rumus persamaan umum kehilangan tanah (USLE). Dengan catatan R menggunakan rumus Lenvain (dalam Bols, 1978); K menggunakan rumus Hammer (1978) dimana nilai M tidak boleh menggunakan table; LS, C dan P boleh menggunakan table yang sesuai.

NB: $100 K = 1,292 \{ 2,1 M^{1,14} \cdot 10^{-4} (12-a) + 3,25 (b-2) + 2,5 (c-3) \}$

M = persen pasir sangat halus (Φ 0,05-0,1mm) + debu (100 - % lempung)

a = % bahan organik

b = kode struktur tanah

c = permeabilitas tanah

Tabel Klasifikasi Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Sumber : Sarwono Hardjowigeno dan Soleh Sukmana, 1995.

Kedalaman tanah (cm)	Erosi Maksimum (A) - ton/ha/th				
	I < 15	II 15 - < 60	III 60 - < 180	IV 180 - < 480	V ≥ 480
Dalam (≥ 90)	SR	R	S	B	SB
Menengah (60 – < 90)	R	S	B	SB	SB
Dangkal (30 – < 60)	S	B	SB	SB	SB
Sangat dangkal (< 30)	B	SB	SB	SB	SB

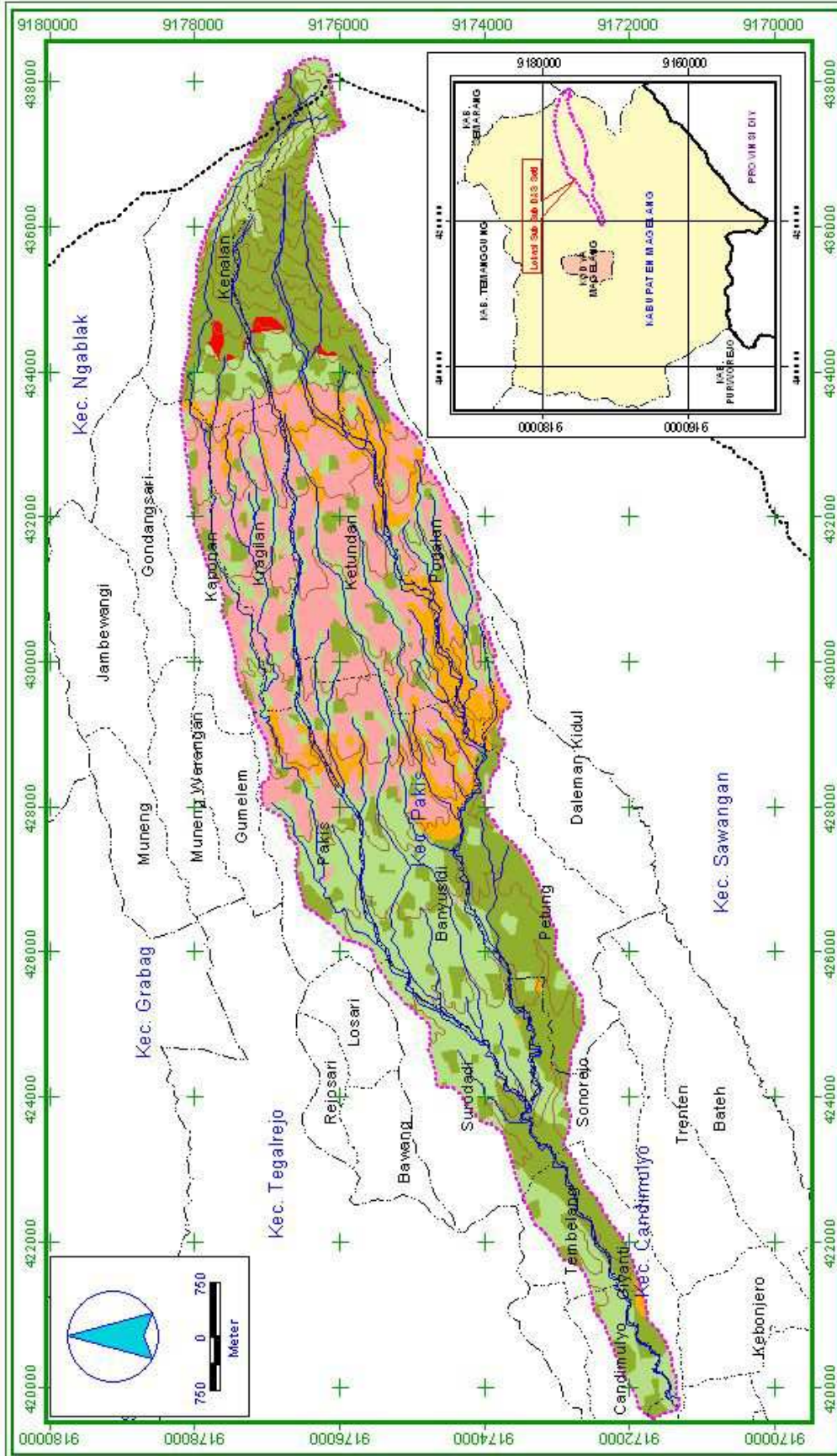
Keterangan :

- SR : Sangat Rendah
- R : Rendah
- S : Sedang
- B : Berat
- SB : Sangat Berat

Kalau sudah di evaluasi akan didapatkan IBE sbb:

Indeks Bahaya Erosi (IBE): jumlah tnh yg tererosi (ton/ha/th) dibagi jumlah erosi yg diperbolehkan (ton/ha/th).

- ≤ 1,0 : Rendah
- 1,01 – 4,0 : Sedang
- 4,01 – 10,0 : Tinggi
- ≥ 10,0 : Sangat Tinggi



PETA TINGKAT BAHAYA EROSI SUB-SUB DAS SOTI
 Disusun oleh :
PRAYOGI HUSADHA
 114.040.063

**PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
 FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
 UPN "Veteran" YOGYAKARTA**

KETERANGAN :

- Batas Desa
- Batas Kecamatan
- Batas Kabupaten
- Sungai
- Sub-Sub DAS Soti
- Garis kontur indeks

Klas Tingkat Bahaya Erosi :

- Sangat berat (>480 ton/ha/ah)
- Berat (180 - 480 ton/ha/ah)
- Sedang (60 - 180 ton/ha/ah)
- Ringan (15 - 60 ton/ha/ah)
- Sangat ringan (<15 ton/ha/ah)

Sumber :
 - Peta RAS skala 1:25.000, Balai Survei 77/2002
 - Peta 2D analitis data spasial, 7/1/2009



Evaluasi Erosi

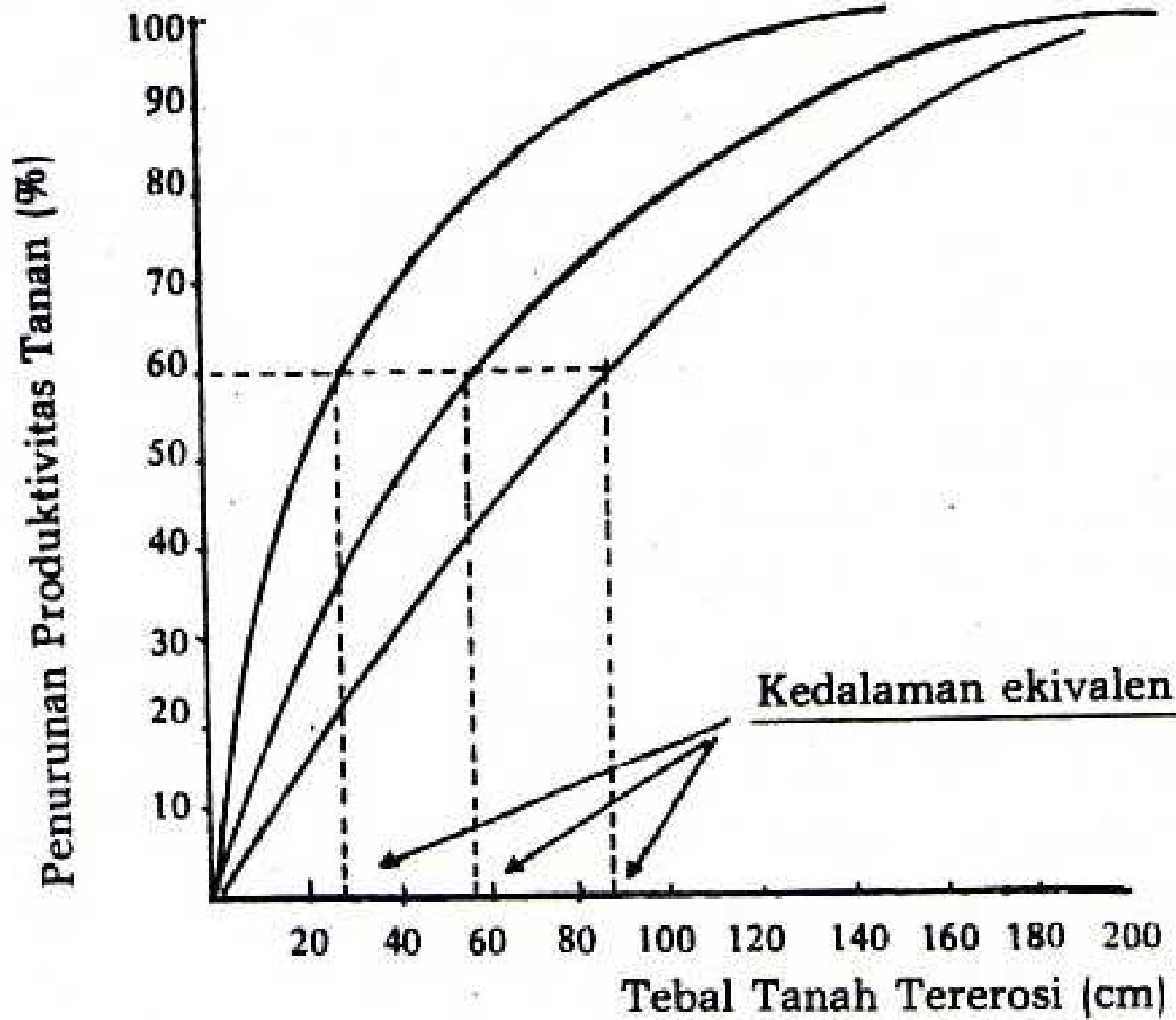
Evaluasi erosi bertujuan: (1) untuk mengetahui potensi atau bahaya erosi dari suatu wilayah/bidang tanah sehingga disebut evaluasi potensi erosi/evaluasi ancaman erosi; (2) untuk mengetahui tingkat/besarnya erosi yang telah terjadi.

Nilai A yang telah di dapat dari prediksi erosi dibandingkan dengan nilai Erosi yang dapat ditoleransikan/dibiarkan (T). Nilai T didefinisikan sebagai laju erosi terbesar yang masih dapat dibiarkan atau ditoleransikan agar terpelihara suatu kedalaman tanah yang cukup bagi pertumbuhan tanaman yang memungkinkan tercapainya produktivitas yang tinggi secara lestari (mm/th atau ton/ha/th).

Nilai T dapat diperoleh dengan 2 metode yaitu metode HAMMER dan metode THOMPSON. Metode HAMMER menggunakan konsep:

- (1) kedalaman ekivalen adalah kedalaman tanah yang setelah mengalami erosi produktivitasnya berkurang 60 % dari produktivitas tanah yang tidak tererosi;
- (2) Umur guna adalah jangka waktu yang cukup untuk memelihara kelestarian tanah (misalnya 100, 200, 400 th).

(1)



Contoh menghitung nilai T:

- Suatu tanah mempunyai kedalaman efektif (hasil survey): 1250 mm
- Sub-order tanah: Udult dengan BV = 1,2 g/cm³.
- Nilai faktor kedalaman (dengan melihat table): 0,8
- Umur guna: 400 th

Jawab:

- Kedalaman ekivalen: 1250 mm x 0,8 = 1000 mm
- Nilai T = 1.000 mm/400 th = 2,5 mm/th

atau = 0,0025 m/th x 1,2 ton/m³ x 10.000 m² (=luas 1 ha)

$$T = 30 \text{ ton/ha/th}$$

(2) Metode THOMPSON dengan menentukan T maksimum untuk tanah-tanah yang dalam, dengan lapisan bawah yang permeable, di atas bahan (substratum) yang telah melapuk atau tidak terkonsolidasi ditetapkan sebesar 2,5 mm/th dan dengan menggunakan nisbah nilai untuk berbagai sifat tanah dan substratum misalnya tanah dangkal di atas bahan yang telah melapuk = 0,8. Pada wilayah DAS nilai ini bisa diturunkan menjadi lebih kecil.

Tabel Pedoman Penetapan Nilai T untuk Tanah-tanah di Indonesia

Sifat Tanah dan Substratum	Nilai T (mm/th)
1. Tanah sangat dangkal di atas batuan	0,0
2. Tanah sangat dangkal di atas bahan telah melapuk (tidak terkonsolidasi)....	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 substratum yang telah melapuk.....	1,4
6. Tanah yang dalam dengan lapisan bawah berpermeabilitas lambat, di atas substratum yang telah melapuk	1,6
7. Tanah yang dalam dengan lapisan bawah berpermeabilitas sedang, di atas substratum yang telah melapuk	2,0
8. Tanah yang dalam dengan lapisan bawah yang permeabel, di atas substratum yang telah melapuk	2,5

Ket: mm/th x BV x 10 = ton/ha/th; sangat dangkal < 25 cm; dangkal 25-50 cm; sedang 50-90 cm

Kemudian nilai A dibandingkan dengan nilai T:

1. Jika $A < T$ berarti pengelolaan konservasi tanah dan air secara umum baik tanaman maupun teknik konservasi di daerah tersebut sudah bagus.
2. Jika $A > T$ berarti pengelolaan tanaman kurang bagus dan pengelolaan teknik konservasi juga belum baik.

Contoh 3: Evaluasi Erosi

Dari penelitian di dapatkan nilai masing-masing sbb: $R = 1.200$, $K = 0,32$; $L = 1,0$; $S = 2,2$; $C = 0,357$ dan $P = 1,0$ sehingga nilai $A = 301,6$ ton/ha/th; sedangkan nilai T (dari contoh di atas) = 30 ton/ha/th.

Berarti $A > T$ untuk itu nilai C dan P harus dikelola karena yang paling mudah hanya mengelola C dan P. Cari tanaman yang nilai C kecil misalnya ditanami rumput bede ($C = 0,002$), atau dijadikan hutan alam ($C = 0,001$) dan seterusnya

Jika tanaman tetap ingin dipertahankan, maka yang dirubah adalah teknik konservasinya misalnya: dibuat teras bangku ($P = 0,04$), demikian seterusnya sampai mendapatkan $A < T$ setelah dihitung dengan rumus USLE (Coba dihitung sendiri).

Terraces on Bali, Indonesia

Photo: Prinz

KRITERIA BAKU KERUSAKAN TANAH UNTUK PRODUKSI BIOMASSA

A. KRITERIA BAKU KERUSAKAN TANAH DI LAHAN KERING AKIBAT EROSI AIR

TEBAL TANAH	AMBANG KRITIS		METODE PENGUKURAN	PERALATAN
	<1> Ton/ha/tahun	<2> mm/10 tahun		
< 20 cm	> 0,1 - < 1	> 0,2 - < 1,3	1. gravimetrik	1. Timbangan, tabung ukur, penera debit (discharge) sungai dan peta daerah tangkapan air (catchment area) 2. Patok erosi
20 - < 50 cm	1 - < 3	1,3 - < 4	2. Pengukuran langsung	
50 - < 100 cm	3 - < 7	4,0 - < 9,0		
100 - 150 cm	7 - 9	9,0 - 12		
> 150 cm	> 9			

B. KRITERIA BAKU KERUSAKAN TANAH DI LAHAN KERING

NO	PARAMETER	AMBANG KRITIS	METODE PENGUKURAN	PERALATAN
1	Ketebalan solum	< 20 cm	pengukuran langsung	meteran
2	Kebatuan permukaan	> 40 %	pengukuran langsung imbingan batu dan tanah dalam unit luas	meteran, counter (line atau total)
3	Komposisi fraksi	< 18 % koloid, > 80 % pasir kuarsitik	warna pasir, gravimetrik	tabung ukur, timbangan
4	Berat isi	> 1,4 g/cm ³	gravimetrik pada satuan volume	filin, tabung ukur, ring sampler, timbangan analitik
5	Porositas total	< 30 % ; > 70%	perhitungan berat isi (BI) dan berat jenis (BJ)	piknometer, timbangan analitik
6	Derajat pelulusan air	< 0,7 cm/jam > 8,0 cm/jam	permeabilitas	ring sampler, double ring permeameter
7	pH (H ₂ O) 1 : 2,5	< 4,5 ; > 8,5	potensiometrik	pH meter, pH stick skala 0,5 satuan
8	Daya Hantar Listrik/DHL	> 4,0 mS/cm	tahanan listrik	EC meter
9	Redoks	< 200 mV	tegangan listrik	pH meter, elektroda platina
10	Jumlah mikroba	< 10 ² cfu/g tanah	plating technique	cawan petri, colony counter