

**PERENCANAAN JANGKA PENDEK DAS DENGAN METODE PERHITUNGAN EROSI  
KUANTITATIF DENGAN PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS**

**BENY HARJADI\***

Balai Penelitian Kehutanan, Solo

**ABSTRACT**

*Priority determination of some sub watersheds experienced difficulties based on the fact that data collection of the related sub watersheds takes time and quite costly. Whereas to comprehensively manage sub watershed, some prioritized sub watersheds have to be chosen to manage holistically and integrally with good coordination between some related agencies. The study was carried out in India in two Nawagaon Maskara Rao watersheds, Saharanpur city, located 250 km to the east of New Delhi. The study appointed a sub watershed to be the priority among the other 10 available using quantitative calculation method (MMF: Morgan, Morgan and Finney method). The research aimed to measure the quantitative erosion based on MMF model and calculate the value index to determine the priority in sub watershed.*

*The erosion calculation by MMF model produced five erosion levels i.e. very low ( $vl=0-5$  t/ha/yr), low ( $l=5-10$  t/ha/yr), medium ( $m=10-25$  t/ha/yr), high ( $h=25-50$  t/ha/yr), and very high ( $vh=50$  t/ha/yr). At the highest erosion level ( $vh$ ) location with the most extensive land damage to the narrowest respectively was: Sarbar Rao (SB) = 116.84 ha, Galr Rao (GR), Sahansra Thakur (ST), Shakumbari Rao (SH), Kharonwala Rao (KH), Kahan Rao (KR), Nawagaon Rao (NW), Chamarla Rao (CH), Track Fallows (TF), Barkala Rao (BR), and Maskara Rao (MR) = 0.34 ha. Of 11 sub watershed, priority value index was calculated, and the highest value (main priority) to the lowest one (least priority) is respectively as follows: GR (Galr Rao) = 33,5, KR (Kahan Rao), ST (Sahansra Thakur), TF (Track Fallows), BR (Barkala Rao), SB (Sarbar Rao), SH (Shakumbari Rao), CH (Chamarla Rao), KH (Kharonwala Rao), MR (Maskara Rao), and NW (Nawagaon Rao) = 18,2. Therefore the main priority fell for sub watershed Galr Rao (997.32 ha) and the least priority for sub watershed Nawagaon Rao (7646.78 ha).*

*Keywords : Land damage, quantitative erosion, MMF, watershed prioritization, RS & GIS*

\* Alamat korespondensi: E-mail: adbsolo@yahoo.com

**PENDAHULUAN**

**Latar belakang**

Pengelolaan DAS (Daerah aliran Sungai) secara terpadu sampai saat ini sangat sulit dilakukan secara holistik dari hulu sampai hilir, integral dengan melibatkan semua aspek, dan koordinasi dengan berbagai macam instansi (Ravishankar *et al.*, 1994). Selanjutnya akan semakin sulit jika harus menetapkan Sub DAS mana yang harus didahulukan mengingat banyak DAS yang kondisinya sangat memprihatinkan yang harus segera ditangani.

Penetapan prioritas suatu Sub DAS sebagian masih menggunakan data lama yang kadang sudah tidak sesuai lagi dengan kondisi lapangan saat ini, sehingga kesimpulan pemilihan prioritas Sub DAS kadang meleset. Artinya, pada Sub DAS yang tidak terlalu parah kerusakannya dilakukan terlebih dahulu, sedangkan Sub DAS yang parah yang mengakibatkan pendangkalan waduk dan penurunan produktivitas lahan besar-besaran tidak dijadikan prioritas utama.

Dalam menyikapi kendala permasalahan di atas maka dalam penelitian ini akan dicobakan suatu

penetapan prioritas suatu Sub DAS dengan data yang terbaru, yaitu citra IRS LISS IV Januari 2005 untuk menginformasikan kondisi yang terbaru. Di samping itu diharapkan dengan data citra satelit maka akan didapatkan informasi yang lebih akurat, tepat dan cepat, sehingga kesimpulan kondisi suatu Sub DAS tidak kadaluwarsa. Perencanaan jangka pendek diperlukan data kuantitatif dalam bentuk angka yang menunjukkan besarnya terjadinya erosi yang mengakibatkan kerusakan tanah. Berkenaan dengan hal tersebut dalam perhitungan erosi digunakan model MMF (Morgan, Morgan, dan Finney; Morgan *et al.*, 1984) yang menghitung besarnya erosi dan aliran permukaan yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan tanah.

### Tujuan penelitian

Bertitik tolak dari masalah serius dan rumitnya tentang pengelolaan DAS maka dalam rangka menetapkan prioritas suatu Sub DAS akan dicobakan :

1. Perhitungan erosi kuantitatif dengan model MMF
2. Perhitungan erosi sebagai dasar prioritas Sub DAS
3. Analisis nilai indeks untuk perencanaan Sub DAS.

### TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian dilakukan di DAS Nawagaon Maskara Rao, Kota Saharanpur India. Saharanpur termasuk propinsi Uttar Pradesh dan masuk wilayah India Utara, kurang lebih 150 km ke arah timur laut dari ibukota India (New Delhi). Secara fisik bagian utara dan timur laut dikelilingi oleh perbukitan Shivalik dan terpisah dengan wilayah Dehradun yang termasuk propinsi Uttranchal. Sungai Yamuna dari batas sebelah barat, yang terpisah dari wilayah Karnal dan Yamunagar, propinsi Haryana. Sebelah timur dibatasi wilayah Haridwar yang merupakan

wilayah Saharanpur dan sebelah selatan dibatasi oleh wilayah Muzafarnagar. Secara geografis terletak pada latitude dari 30°09'00" LU - 30°21'00" LU dan longitude 77°34'00" BT - 77°51'00" BT, dengan luas keseluruhan DAS 205.94 km<sup>2</sup> atau 20594.49 ha. Daerah penelitian DAS Nawagaon Maskara Rao dibatasi dengan menggunakan peta topografi skala 1 : 50.000 dengan nomer peta 53 F/11, 53 F/12, 53 F/15 dan 53 F/16.

Banyak penelitian yang telah menunjukkan kemampuan data satelit berupa perhitungan matematis yang dapat digunakan untuk memasukkan variasi model prediksi erosi untuk prioritas DAS (Bali, 1983; Chakraborti, 1993; Das *et al.*, 1992; Spanner *et al.*, 1982). Pendugaan erosi tanah menggunakan data digital IRS-IB, LISS-I oleh Ravishankar *et al.* (1994), menawarkan potensi untuk batas fisiografi, pemetaan dengan skala kecil, inventarisasi tanaman, dan penggunaan lahan untuk prioritas DAS untuk pendekatan secara kuantitatif kehilangan tanah dengan USLE (*Universal Soil Loss Equation*).

Bhadra *et al.* (1998) mengkaji teknik transformasi untuk informasi spektral dalam pemetaan tanah untuk informasi satuan lahan yang berisi informasi penyajian total indeks tanah. Penelitian penginderaan jauh dapat menetapkan perhitungan secara kuantitatif suatu cekungan geometrik antara lain : analisis morfometrik dengan penginderaan jauh dan teknik SIG (Biswas *et al.*, 1999). Singh *et al.* (2002) menggunakan model Morgan untuk perkiraan erosi tanah dan analisis kehilangan tanah untuk Sungai Bata dan diperoleh rata-rata kehilangan tanah tahunan di DAS sebesar 17,22 ton/ha/th dan batas erosi percik lebih tinggi pada lahan hutan.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan alat penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta digital (DEM = *Digital Elevation Model*) SRTM, data digital satelit LISS IV dengan resolusi 5.8 m pada kolom/garis (path/row) 202/203 tertanggal 28 Januari 2005, peta cetak citra satelit FCC (*False Colour Composite*), dan SRTM tiga dimensi *Digital Elevation Model* (DEM). Data tambahan yang diperlukan berupa peta topografi dari SOI (*Survey of India* = Survei tanah seluruh India) no. 53 F/11, 53 F/12, 53 F/15 dan 53 F/16 skala 1 : 50.000. Data karakteristik dan laporan survai tanah diperoleh dari jurusan Pertanian dan Tanah, IIRS (*Indian Institute Remote Sensing*) Dehradun, India. Kelengkapan data iklim diperoleh dari stasiun meteorologi dari Muzaffarabad yang menyediakan data meteorologi, dalam bentuk data rerata hujan bulanan selama 16 tahun dari 1988 sampai 2004.

Persiapan pembuatan batas DAS dan titik *outlet* (keluaran DAS), peta kontur, dan peta dasar menggunakan peta topografi dari SOI. Sedangkan untuk peta penggunaan lahan dan peta tanah dilakukan persiapan dengan data digital citra satelit LISS IV. Untuk pengumpulan data fisik lapangan diperlukan peralatan lapangan antara lain Disc infiltrometer untuk mengukur kecepatan infiltrasi, ring sampel untuk pengambilan sampel tanah tak terganggu maupun sampel tanah terganggu.

### Rancangan penelitian

Metodologi penelitian meliputi : (a) persiapan lapangan yang meliputi interpretasi data satelit untuk satuan tanah fisiografi dan penyiapan peta jaringan drainase pada studi area, (b). pelaksanaan lapangan yang meliputi survai lapangan yang diawali dengan pemilihan sampel lapangan untuk penutupan dan penggunaan lahan, pengamatan kecepatan infiltrasi,

pengambilan sampel tanah dengan ring sampel dan tekstur tanah, pengamatan kenampakan besarnya erosi dan jenis erosi di lapangan, (c) setelah kegiatan lapangan yang meliputi modifikasi koreksi hasil interpretasi dengan melakukan reinterpretasi ulang, menganalisis sampel tanah, analisis dan perhitungan perkiraan erosi dengan MMF.

Morgan *et al.* (1984) mengembangkan model ini untuk memprediksi kehilangan tanah tahunan dari daerah datar sampai lereng perbukitan. Tergantung dari erosi tanah yang menghasilkan dari pemecahan partikel tanah oleh jatuhnya titik-titik hujan dan membawa partikel tanah oleh aliran permukaan. Untuk perhitungan rumus MMF diperlukan 2 fase yaitu fase air dan fase sedimen.

### Fase air

Pada tahap air, pada umumnya terdiri dari prediksi pemecahan partikel akibat percikan air hujan. Energi hujan dihitung dari total hujan tahunan dan hujan harian dari curah hujan yang menyebabkan erosi (intensitas hujan), sebagai dasar hubungan penetapan rumus oleh Wischmeier dan Smith (1978). Volume aliran permukaan tahunan diprediksi dengan model Kirkby (1976). Persamaan yang digunakan yaitu :

<p>a. Kalkulasi energi air hujan</p> $E = R (11,87 + 8,73 \text{ Log } I)$	<p>Keterangan: E = Energi kinetik curah hujan (J/m<sup>2</sup>) R = Curah hujan tahunan (mm) I = Intensitas curah hujan (mm/hr)</p>
<p>b. Perhitungan aliran permukaan</p> $Q = R * \exp^{(-Rc/Ro)}$	<p>Keterangan: Q = Volume aliran permukaan (mm) R = Curah hujan tahunan (mm) Rc = Kapasitas cadangan kelembaban tanah dalam kondisi vegetasi alami (mm) Ro = Rata-rata hujan harian (mm)</p>
$Rc = 1000 * MS * BD * RD (Et/Eo)^{0.5}$	<p>Keterangan: BD = Bulk density (bobot jenis) RD = Root depth (kedalaman perakaran=m) MS = Moisture contents (kelembaban) Et = Evapotranspirasi aktual Eo = Evapotranspirasi potensial</p>

**Fase sedimen**

Pada fase sedimen, percikan pemecahan tanah sebagai model fungsi dari energi curah hujan, pemecahan tanah, dan intersepsi hujan oleh tanaman. Kapasitas transport dari aliran permukaan ditetapkan dengan menggunakan volume aliran permukaan, kemiringan lereng dan efek vegetasi atau pengelolaan penutupan tanaman (Kirkby, 1976). Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

**Pengumpulan dan pengolahan data**

Data yang dikumpulkan di lapangan sesuai keperluan untuk menghitung kehilangan akibat terjadinya erosi, antara lain pengamatan dan pengumpulan data: iklim (evapotranspirasi, curah hujan dan intensitas hujan), sifat fisik tanah (kelembaban tanah, bobot jenis, dan kedalaman perakaran), faktor pengelolaan tanaman (vegetasi). Di samping data yang diperoleh dari lapangan, sebagian data juga diperoleh dari hasil analisis citra

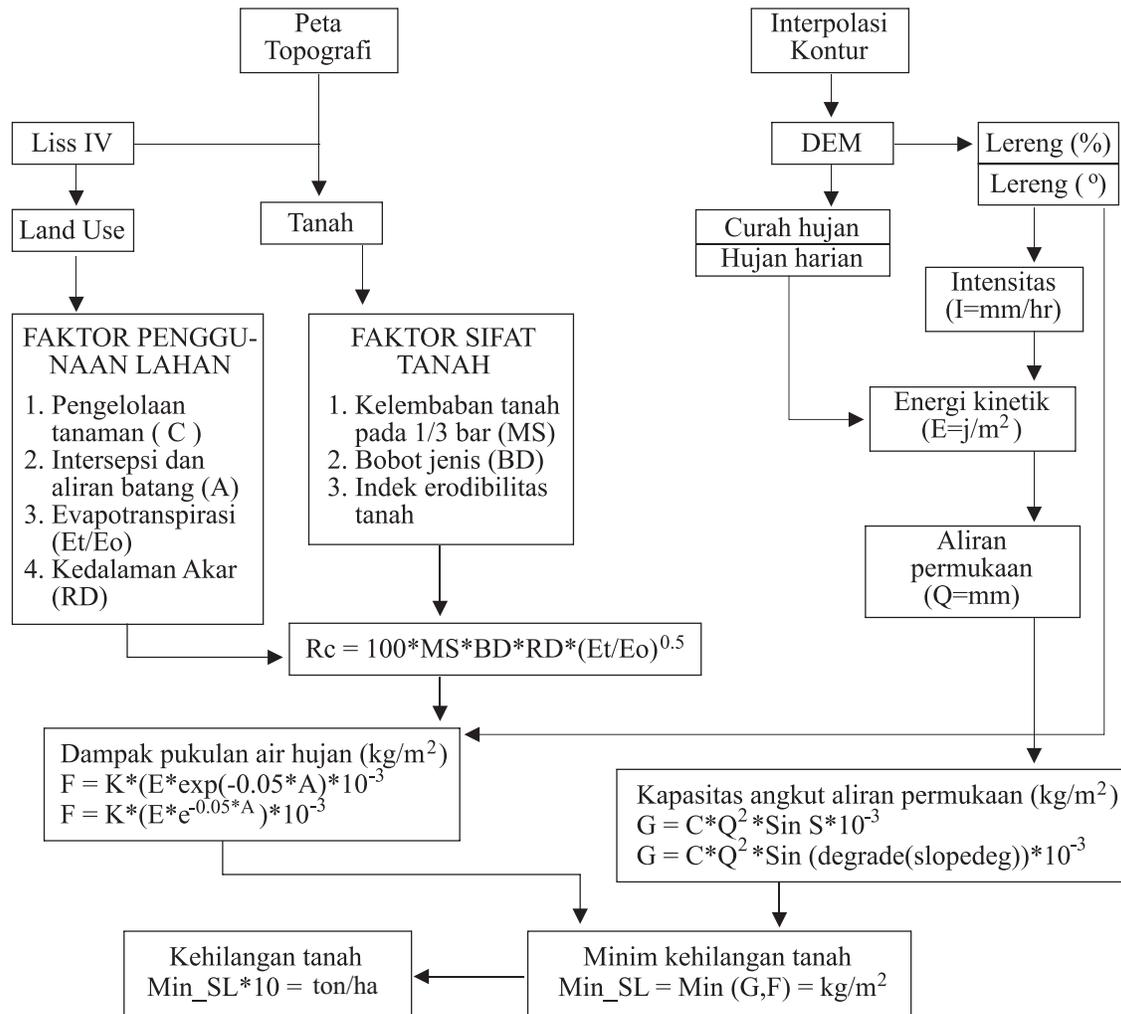
<p>a. Perhitungan pemecahan tanah</p> $F = K * (E * \exp^{-aP})^b * 10^{-3}$ $F = K * (E * \exp^{-0.05 * A})^{1.0} * 10^{-3}$	<p>Keterangan: F = Laju pemecahan tanah (kg/m<sup>2</sup>) K = Indek pemecahan tanah (g/j) P = prosentase hujan yang terintersepsi oleh tanaman, nilai eksponen a=0,05, b=1,0</p>
<p>b. Perhitungan kapasitas transpot aliran permukaan</p> $G = C * Q^2 * \sin S * 10^{-3}$ $G = C * Q^2 * \sin (\text{degrad}(\text{Slopedeg}) * 10^{-3})$	<p>Keterangan: G = Kapasitas transpot aliran permukaan (kg/m<sup>2</sup>) C = Faktor pengelolaan tanaman Q = Volume aliran permukaan (mm)</p>
$\text{Erosi} = \min (G, F) = \text{kg/m}^2$ $\text{Erosi} = \text{kg/m}^2 * 10 = \text{ton/ha}$	<p>Keterangan: Min = minimum dari G atau F G = Kapasitas transpot aliran permukaan (kg/m<sup>2</sup>) F = Laju pemecahan tanah (kg/m<sup>2</sup>)</p>

satelit dengan analisis komputerisasi dan dengan bantuan sistem informasi geografis (SIG).

Di samping pengumpulan data lapangan juga diperlukan beberapa data di kantor antara lain dengan analisis peta topografi dan interpolasi kontur untuk perhitungan DEM (Digital Elevation Model). Dari peta topografi akan diperoleh informasi tentang distribusi penggunaan dan penutupan lahan dan jenis tanah. Sedangkan dari peta DEM akan diperoleh data tentang kemiringan lereng, curah hujan dan hujan harian. Peta penggunaan lahan dan data dari lapangan dipakai untuk melengkapi kebutuhan data

pengelolaan tanaman (C), intersepsi dan aliran batang (A), evapotranspirasi (Et/Eo), dan kedalaman tanah (RD). Sedangkan dari peta jenis tanah dan hasil survai lapangan diperoleh informasi tentang kelembaban tanah pada 1/3 bar (MS), bobot jenis (BD) dan indeks erodibilitas tanah (K).

Berdasarkan peta tanah, peta penggunaan lahan dan peta lereng maka dengan memasukkan rumus perhitungan dengan dua fase yaitu fase air dan fase sedimen maka akan diperoleh kehilangan tanah (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram Alur untuk Perhitungan Kehilangan Tanah dengan Model MMF

### Analisis data

Perhitungan erosi kuantitatif dengan penginderaan jauh dan SIG dengan menganalisis data dari lapangan, di samping juga data dari citra satelit IRS LISS IV. Kedua data tersebut di samping saling chek silang juga saling melengkapi satu sama lain, artinya data yang belum diperoleh di lapangan dapat dianalisis dari citra satelit.

Dengan menggunakan rumus perhitungan MMF dan dengan *software Ilwis* setahap demi setahap dikalkulasi dan dihasilkan peta antara sebelum final. Tahap pertama dilakukan perhitungan air berupa energi kinetik hujan dan volume aliran permukaan. Perhitungan energi kinetik diperlukan data yaitu curah hujan tahunan dan intensitas curah hujan yang dapat mengakibatkan erosi dan aliran permukaan. Perhitungan volume aliran permukaan diperlukan data curah hujan tahunan, rata-rata hujan harian dan kapasitas cadangan kelembaban tanah dalam kondisi vegetasi alami. Untuk mendapatkan data kapasitas cadangan kelembaban tanah tersebut diperlukan data kelembaban tanah, bobot jenis tanah, kedalaman perakaran tanaman dan evapotranspirasi aktual dan potensial.

Fase perhitungan sedimen terdiri dari 2 komponen yaitu laju pemecahan tanah (F) dan kapasitas transport aliran permukaan (G). Laju pemecahan tanah diperoleh dari hasil perkalian indeks pemecahan tanah (K) dan nilai eksponen prosentase hujan yang terintersepsi tanaman (p). Kapasitas transport aliran permukaan dihitung dari perkalian faktor pengelolaan tanaman, volume aliran permukaan dan kemiringan lereng. Dari kedua hasil fase sediment : F dan G dipilih hasil yang minimum, selanjutnya dikalikan dengan 10 menjadi satuan tanah yang hilang akibat erosi dalam satuan ton/ha (Gambar 1).

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Erosi kuantitatif model MMF

Model MMF memperkirakan besarnya erosi yang tergantung dari beberapa parameter dalam kaitannya untuk penggunaan lahan: tanah, penggunaan dan penutupan lahan, dan data curah hujan. Untuk memperkirakan kehilangan tanah dengan pendekatan MF diperlukan peta variasi beberapa faktor anatar lain: energi kinetik hujan (E), kedalaman perakaran tanaman (RD), prosentase kontribusi hujan permanen dalam bentuk intersepsi dan aliran batang (A), faktor pengelolaan penutupan lahan (C), Ratio evapotranspirasi potential (Et/Eo), kapasitas cadangan kelembaban tanah (MS) selanjutnya dikembangkan sampai mendapatkan peta hasil akhir seperti volume aliran permukaan tanah (Q); Laju pengaruh hujan jatuh terhadap pemecahan tanah (F), kapasitas tansport pada aliran permukaan (G).

Perkiraan perhitungan kehilangan tanah tahunan dengan membandingkan dua peta yaitu peta laju pemecahan tanah dan peta kapasitas trsanport aliran permukaan dan diambil nilai minimum dua di antara peta tersebut. Peta yang dihasilkan berupa model erosi tanah yang sudah dibagi menurut tingkatan erosi, kontribusi hutan terbuka merupakan maksimum dari kehilangan tanah yaitu 50 t/ha/tahun (VH = Very High = sangat tinggi). Kehilangan tanah paling sedikit dicatat pada lahan tanaman pertanian yaitu 5 t/ha/tahun (VL=Very Low = sangat rendah) (lihat Tabel 1). Selanjutnya tiap-tiap tingkat erosi dikalikan masing-masing dari erosi yang terendah 10 untuk VL, 20 untuk L, 30 untuk M., 40 untuk H, dan 50 untuk VH, dan total semuanya dibagi dengan luas masing-masing Sub DAS.

#### Erosi sebagai dasar prioritas Sub DAS

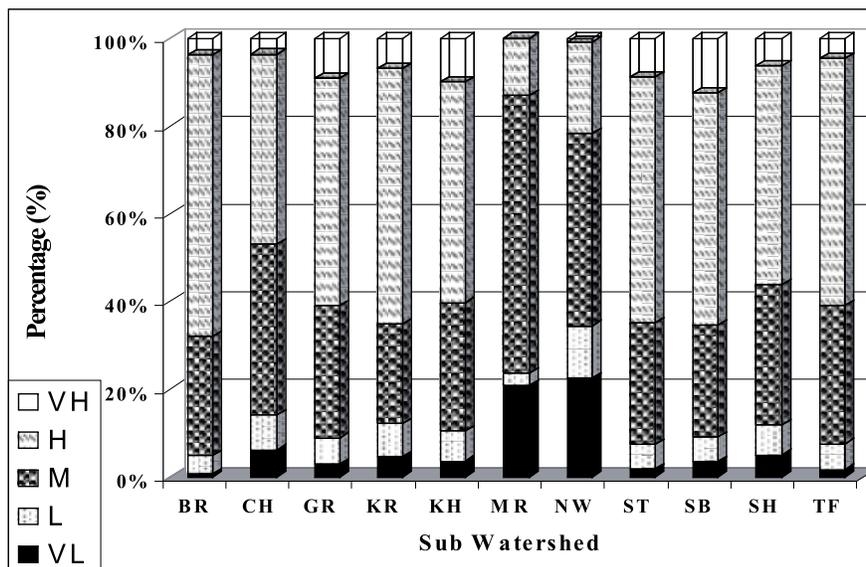
Dari 11 Sub DAS uji coba semuanya merata memiliki tingkat resiko erosi tanah dari sangat rendah

(VL) sampai sangat tinggi (VH). Hasil perhitungan erosi tanah sangat tinggi (VH) berurutan dari yang terluas area yang terkena erosi adalah : Sarbar Rao (SB) = 116.84 ha, Galr Rao (GR), Sahansra Thakur (ST), Shakumbari Rao (SH), Kharonwala Rao (KH), Kahan Rao (KR), Nawagaon Rao (NW), Chamarla Rao (CH), Track Fallows (TF), Barkala Rao (BR), dan Maskara Rao (MR) = 0.34 ha. Sebaliknya resiko erosi tanah pada tingkat sangat rendah (VL) berurutan dari Sub DAS yang terluas adalah : Nawagaon Rao = 1181.7 ha, Maskara Rao, Shakumbari Rao, Kahan Rao, Sarbar Rao, Chamarla Rao, Galr Rao, Kharonwala Rao, Sahansra Thakur, Track Fallows dan Barkala Rao = 2.63 ha. Selanjutnya untuk menetapkan prioritas suatu Sub DAS dilakukan perhitungan indeks nilai dengan cara mengalikan hasil untuk setiap tingkat resiko erosi tanah yang terjadi, di mana semakin tinggi erosi tersebut maka angka pengalihan akan semakin besar. Sehingga rumus untuk indeks nilai prioritas adalah  $(VL \times 10 + L \times 20 + M \times 30 + H \times 40 + VH \times 50)$  dibagi total area luasan Sub DAS.

Dari hasil perhitungan indeks nilai prioritas Sub DAS maka secara berurutan dari nilai yang tertinggi

sebagai prioritas pertama (utama) dan nilai yang terkecil sebagai prioritas terakhir (bukan termasuk prioritas). Prioritas utama Sub DAS jatuh pada Sub DAS Galr Rao (33.5) dan prioritas terakhir jatuh pada Sub DAS Nawagaon Rao (18.2). Secara berurutan prioritas Sub DAS berdasarkan nilai indeks dari yang terbesar adalah : GR (Galr Rao), KR, ST, TF, BR, SB, SH, CH, KH, MR, dan NW (Nawagaon Rao).

Dalam hal ini area penutupan lahan diluar lahan produktif seperti sungai dan pemukiman hanya mempengaruhi sebagai unsur pembagi pada luasan total area Sub DAS. Sedangkan kontribusi untuk setiap tingkatan erosi tergantung dari luasan area Sub DAS masing-masing, yaitu semakin tinggi tingkat erosi dan semakin luas area Sub DAS maka akan semakin meningkatkan nilai indeks prioritas, sebaliknya semakin rendah tingkat erosi dan semakin sempit areal Sub DAS maka akan menurunkan nilai indeks prioritas. Sehingga walaupun tingkat erosi pada kategori sangat berat tetapi kalau hanya sempit tidak akan berpengaruh terhadap prioritas Sub DAS, begitu juga jika luasan Sub DAS yang sangat luas tetapi kalau erosinya kecil maka tidak akan berpengaruh terhadap nilai indeks prioritasnya.



Gambar 2. Persentase Area pada Variasi Tingkat Resiko Erosi Tanah

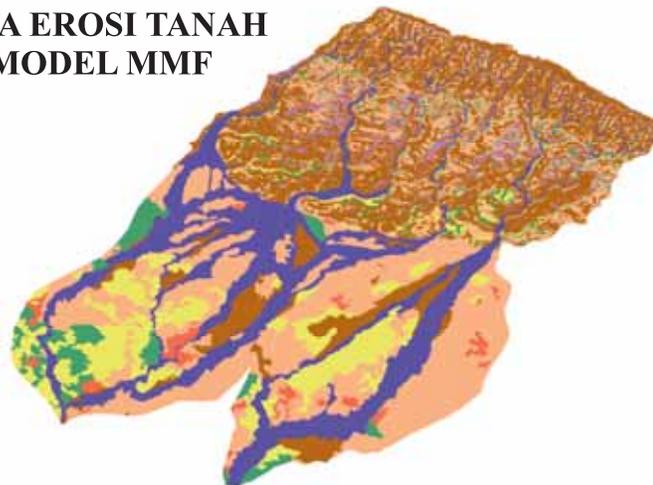
### Perencanaan jangka pendek Sub DAS

Kehilangan tanah akibat erosi yang dihitung secara kuantitatif dengan model MMF dapat sangat membantu untuk perencanaan jangka pendek. Prosentase erosi masing-masing tingkatan erosi pada setiap Sub DAS dapat dilihat pada Gambar 2. Pada daerah datar seperti Sub DAS Maskara Rao dan Nawagaon sebagian besar erosi pada tingkat sedang ( $M = moderate$ ), dimana pada daerah miring seperti BR, CH, KR, KH dan lainnya pada tingkat erosi yang tinggi, dan sangat tinggi pada Sub DAS SB. Sehingga dapat disimpulkan bahwa prioritas pertama jatuh pada Sub DAS dengan kondisi erosi yang tinggi seperti Sub DAS GR dan prioritas terakhir jatuh pada Sub DAS NW.

Gambar 3 menunjukkan resiko kehilangan tanah yang ditunjukkan dari tingkat erosi pada masing-masing 11 Sub DAS dari tingkat sangat rendah (VL) sampai tingkat sangat tinggi (VH). Dari sedang (M) sampai sangat tinggi (VH) erosi terjadi pada daerah hutan dibagian perbukitan atas, dan pada perbukitan atas dari sangat rendah (VL) sampai sedang (M) erosi terjadi pada daerah pertanian pada daerah dataran.

Perhitungan erosi kuantitatif dengan model MMF membutuhkan data lapangan meliputi data curah hujan, data tanah, dan data penggunaan lahan secara kuantitatif dan lengkap. Beberapa data tanah juga diperlukan antara lain kandungan kelembaban tanah (MS), bobot jenis (BD), dan indeks pemecahan tanah /erodibilitas tanah (K). Begitu juga data yang terkait dengan penggunaan lahan sangat diperlukan, yaitu rasio data evapotranspirasi ( $E_t/E_o$ ), kedalaman perkaaran tanaman (RD), faktor pengelolaan penutupan lahan (C). Tabel 1 menunjukkan bahwa untuk perencanaan jangka pendek dari perhitungan analisis erosi secara kuantitatif ditetapkan bahwa Sub DAS Galr Rao yang memiliki daerah kemiringan lebih dari 45% dan wilayah yang luas yaitu seluas 997,32 ha, harus segera dilakukan tindakan pencegahan erosi.

### PETA EROSI TANAH MODEL MMF



Gambar 3. Resiko Erosi Tanah dari Perhitungan Model MMF

Tabel 1. Area Resiko Erosi Tanah pada Berbagai Level Erosi

SUB DAS	KD	PERHITUNGAN RESIKO EROSI TANAH (Area=ha)					LUASAN AREA (ha)			Indeks Nilai	Prioritas
		VL	L	M	H	VH	Sungai	PMK	Total		
Barkala Rao	BR	2.63	14.55	95.80	225.46	13.26	41.51		393.21	32.7	5
Charmala Rao	CH	27.75	36.46	177.72	196.90	16.64	15.10		470.57	32.0	8
Galr Rao	GR	26.81	56.18	281.04	483.27	84.87	65.15		997.32	33.5	1
Kahan Rao	KR	50.06	80.95	246.42	632.49	73.49	65.94		1149.35	33.5	2
Kharonwala Rao	KH	26.75	51.56	219.28	376.01	74.41	86.42		834.43	31.9	9
Maskara Rao	MR	841.95	113.09	2556.40	524.64	0.34	1113.80	166.24	5316.37	20.4	10
Nawagaon Rao	NW	1181.70	618.25	2296.50	1089.30	45.77	2240.60	174.71	7646.78	18.2	11
Sahansra Rao	ST	16.67	53.51	259.99	527.19	82.32	90.21		1029.89	33.2	3
Sarbar Rao	SB	33.12	52.64	239.85	499.99	116.84	117.35		1059.79	32.5	6
Shakumbari Rao	SH	59.85	83.17	386.16	602.19	76.51	83.34		1291.22	32.3	7
Track Fallows	TF	5.13	19.23	100.59	180.42	14.84	23.73		343.94	33.2	4

Model MMF:

VL : *Veri Low* : sangat rendah (0-5 t/ha/th) KD : Kode nama Sub DAS  
 L : *Low* : rendah (5-10 t/ha/th) PMK : Pemukiman  
 M : *Moderate* : sedang (10-25 t/ha/th)  
 H : *High* : tinggi (25-50 t/ha/th) Indeks Nilai =  $(VL*10+L*20+M*30+H*40+VH*50)/\text{Total area}$   
 VH : *Very High* : sangat tinggi (>50 t/ha/th)

### KESIMPULAN

- Untuk perencanaan DAS dalam jangka panjang, perhitungan secara kualitatif masih dimungkinkan, sedangkan untuk perencanaan jangka pendek harus dengan perhitungan secara kuantitatif.
- Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa untuk mengumpulkan data kuantitatif pada areal yang sangat luas diperlukan waktu, biaya dan tenaga yang tidak sedikit, karena data harus lengkap dan memerlukan survai lapangan. Oleh karena itu, diperlukan bantuan citra satelit.
- Metode model MMF dengan bantuan penginderaan jauh (RS = *Remote Sensing*) dan sistem informasi geografi (GIS = *Geographic Information System*) sangat menjanjikan untuk penyajian data secara akurat dan dengan data terbaru pada areal yang sangat luas, yaitu dengan menganalisis data untuk pembuatan peta penutupan lahan, peta tanah, peta kemiringan dan distribusi curah hujan.
- Dari perhitungan indeks nilai prioritas Sub DAS maka secara berurutan dapat ditetapkan dari prioritas utama sampai prioritas terakhir sebagai berikut, GR (Galr Rao) = 33.5, KR (Kahan Rao), ST (Sahansra Thakur), TF (Track Fallows), BR (Barkala Rao), SB (Sarbar Rao), SH (Shakumbari Rao), CH (Chamarla Rao), KH (Kharonwala Rao), MR (Maskara Rao), dan NW (Nawagaon Rao) = 18.2.
- Prioritas utama untuk perencanaan pengelolaan Sub DAS jangka pendek jatuh pada Sub DAS Galr Rao (997.32 ha) yang memiliki luasan Sub DAS yang sempit di daerah perbukitan dan prioritas terakhir pada Sub DAS Nawagaon Rao (7646.78 ha) yang memiliki luasan lahan paling luas di daerah dataran kaki bukit (*Piedmont plain*).
- Manfaat penelitian ini adalah dapat diketahuinya beberapa distribusi penyebaran tingkat erosi, penggunaan dan penutupan lahan serta diketahuinya penyebaran jenis tanah dengan karakter sifat fisik dan kimia yang berbeda,

sehingga penanganan jenis konservasi tanah yang akan diterapkan dapat ditetapkan baik mekanis, vegetatif, kimiawi maupun biologi secara tepat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bali YP. 1983. Problems in Watershed Management in Various River Valley Projects (RVP's). *Proc. Nat. Symp. on Remote Sensing in Development of Water Resources*, SAC, Ahmedabad, 10-14.
- Bhadra SK, Bhavanarayana M & Panda BC. 1998. A Numerical Techniques for Delineating Soil Mapping Units Using Multi Spectral Remote Sensing Data. *India Remote Sensing J.*, 26(4): 149-160.
- Biswas, Sudhakar S, & Desai SVR. 1999. Prioritization of Sub-watersheds Based on Morphometric Analysis of Drainage Basin. A Remote sensing and GIS approach. *J. Ind. Soc. Rem. Sens.*, 27 (3): 155-166.
- Chakraborti. 1993. Watershed Prioritisation. The State-of-the art. *NNRMS Bulletin*, ISRO, Bangalore, India.
- Das SN, Narula KK, & Laurin R. 1992. Run Off Potential Indices of Watershed in Tilaiya Catchment, Bihar (India) Through Use of Remote Sensing and Implementation of GIS. *J. Indian Soc. Rem. Sens.*, 20: 207-221.
- Kirkby MJ. 1976. *Hydrological Slope Models, The Influence of Climate*. In Derbyshire E. (ED.). *Geomorphology and Climate*. Wiley. p.247-267.
- Morgan RPC, Morgan DDV, & Finney HJ. 1984. A Predictive Model for the Assessment of Soil Erosion Risk. *J. Agric. Engng. Res*, 30: 245-253.
- Ravishankar HM, Srivastava, Saha SK, Kumar P, & Prasad J. 1994. Watershed Prioritisation Through The Universal Soil Loss Equation Using Digital Satellite Data and an Integrated Approach. *Asian-Pacific Rem. Sens. J.* 6: 101-108.
- Singh RK, Aggarwal SP, Turdukulov U, & Prasad VH. 2002. Prioritization of Bata river basin using remote sensing and GIS techniques. *Ind. J. Soil Cons.* 30(3): 200-205.
- Spanner MA, Strahler AH, & Estes JE. 1982. Soil Loss Prediction in a GIS Format. *Proc 16<sup>th</sup> Intern. Symp. Rem. Sens. Environment.* 89-103, Argentina.
- Wischmeier WD & Smith DD. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. A guide to conservation planning. *USDA Agriculture Handbook*, No. 537.