

## PENANGANAN MASALAH EROSI DAN SEDIMENTASI DI KAWASAN KELURAHAN PERKAMIL

Fifi Nur Fitriyah

Fuad Halim, M. I. Jasin

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi

email: [By\\_rhiby@yahoo.com](mailto:By_rhiby@yahoo.com)

### ABSTRAK

*Erosi tanah dapat menyebabkan sedimentasi di sungai maupun di saluran drainase sehingga dapat mengurangi daya tampung saluran, seperti yang terjadi di Kawasan Kelurahan Perkamil, Kecamatan Tikala, Kota Manado. Seiring dengan berjalannya waktu maka pertumbuhan penduduk semakin pesat, sehingga mengakibatkan terjadinya perubahan tata guna lahan di daerah lereng bukit kawasan Kelurahan Perkamil yang menimbulkan masalah erosi dan sedimentasi. Oleh karena itu dilakukan kajian terhadap "Penanganan Masalah Erosi dan sedimentasi di Kawasan Kelurahan Perkamil".*

*Adapun aspek yang akan diteliti pada penelitian ini adalah analisis besar erosi menggunakan metode USLE dengan menganalisis beberapa faktor penyebab erosi seperti curah hujan, jenis tanah untuk menentukan nilai erodibilitas tanah, topografi untuk menghitung kemiringan lereng, pengelolaan lahan dan pengelolaan tanaman. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dengan metode USLE di peroleh laju erosi total di kawasan Kelurahan Perkamil pada tahun 2012 sebesar 394,59 ton/thn dan prediksi besarnya erosi untuk kala ulang 2 tahun sebesar 1147,62 ton/thn, untuk kala ulang 5 tahun sebesar 1525,41ton/thn, dan untuk kala ulang 10 tahun sebesar 2065,57 ton/thn.*

*Berdasarkan hasil analisis, pemilihan pola penanganan dan tipe bangunan pengendali erosi dan sedimentasi yang sesuai pada kawasan penelitian yaitu pembuatan teras bangku dan teras batu sebagai upaya pengendalian erosi, dan pengendalian sedimentasi dengan pembuatan kolam endapan sedimen.*

*Kata Kunci : Erosi, USLE, Penanganan Erosi dan Sedimentasi*

### PENDAHULUAN

Proses sedimen meliputi proses erosi, angkutan (*transport*), pengendapan (*deposition*) dan pemadatan dari sedimen itu sendiri. Dimulai dari jatuhnya hujan yang menghasilkan energi kinetik yang merupakan permulaan dari proses erosi. Begitu tanah menjadi partikel halus, lalu menggelinding bersama aliran, sebagian akan tertinggal diatas tanah sedangkan bagian yang lainnya masuk ke saluran drainase terbawa aliran menjadi sedimen. Sedimentasi yang terjadi menyebabkan saluran menjadi dangkal dan kapasitas saluran menjadi berkurang sehingga tidak dapat menampung lagi debit limpasan yang terjadi.

Perkamil merupakan salah satu Kelurahan di Kecamatan Tikala, Kota Manado. Kelurahan Perkamil memiliki tingkat aktifitas yang cukup tinggi baik dari segi perekonomian, pendidikan dan sosial kemasyarakatan. Ini dapat dilihat dengan adanya pertokoan, gedung persekolahan, dan perumahan. Perkembangan ini mengakibatkan terjadi perubahan tata guna lahan di daerah lereng bukit dikarenakan pertumbuhan

penduduk yang pesat, sehingga menimbulkan masalah erosi dan sedimentasi di kawasan Kelurahan Perkamil.

Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan, di bagian kawasan Kelurahan Perkamil terdapat beberapa titik permasalahan yang perlu ditinjau. Bila hujan turun walau dalam intensitas rendah, pada beberapa titik di bagian Kawasan Kelurahan Perkamil terjadi luapan air yang menggenangi jalan utama diakibatkan banyaknya sedimen yang terbawa oleh runoff dari lereng bukit yang terangkut dan menutupi saluran drainase sehingga mengurangi daya tampung saluran.

Kondisi yang terjadi seperti yang diuraikan diatas menjelaskan pentingnya kajian terhadap penanganan masalah erosi dan sedimentasi di bagian Kawasan Kelurahan Perkamil.

### Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui besarnya erosi dan mencari solusi dalam penanganan masalah erosi dan sedimentasi di Kawasan Kelurahan Perkamil.

### Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan masukan bagi pemerintah dan masyarakat kelurahan dalam menangani permasalahan erosi dan sedimentasi di kawasan Kelurahan Perkamil.

## LANDASAN TEORI

### Proses Terjadinya Erosi Dan Sedimentasi

Di daerah-daerah tropis yang lembab seperti di Indonesia, air merupakan penyebab utama terjadinya erosi, sedangkan untuk daerah-daerah panas yang kering, maka angin merupakan faktor penyebab utamanya. Erosi tanah yang disebabkan oleh air meliputi 3 tahap (Suripin, 2004), yaitu:

- Tahap pelepasan partikel tunggal dari massa tanah.
- Tahap pengangkutan oleh media yang erosif seperti aliran air dan angin.
- Tahap pengendapan, pada kondisi dimana energi yang tersedia tidak cukup lagi untuk mengangkut partikel.

### Model Prediksi Erosi

Model erosi tanah dapat diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu model empiris, model fisik dan model konseptual. Model empiris didasarkan pada variabel-variabel penting yang diperoleh dari penelitian dan pengamatan selama proses erosi terjadi. Model prediksi erosi secara umum menggunakan model empiris, terutama model-model kotak kelabu. Model-model kotak kelabu yang sangat penting adalah:

#### Model regresi ganda (multiple regression)

Model regresi ganda digunakan untuk memprediksi yil sedimen jangka panjang atau tahunan pada suatu DAS. Model regresi ganda merupakan persamaan regresi ganda yang mengkorelasikan antara yil sedimen dan beberapa variabel yang tersedia untuk DAS-DAS tertentu telah banyak dikembangkan. Tetapi hasil dari regresi ganda tidak dapat digunakan untuk DAS lain, pemakaiannya terbatas pada lokasi dimana model itu dikembangkan. Suripin (2001) dalam studinya untuk anak-anak sungai di Solo Hulu, setelah menganalisis sembilan parameter DAS mendapatkan persamaan yang paling tepat dengan melibatkan tiga variabel sebagai berikut:

$$SY = 6,38 \times 10^{-4} \times Q_{wa}^{0,995} \times S^{1,582} \times Dd^{0,431} \quad (1)$$

dimana:

SY = yil sedimen tahunan (ton/ha/tahun)

$Q_{wa}$  = debit tahunan (mm)

S = kemiringan rata-rata DAS (%)

Dd = kerapatan drainase (panjang total sungai per luas DAS)

#### Metode USLE (Universal Soil Loss Equation)

Besaran erosi di kawasan Kelurahan Perkamil dihitung dengan menggunakan model prediksi erosi USLE. Model USLE adalah metode yang paling umum digunakan. Metode USLE dapat dimanfaatkan untuk memprakirakan besarnya erosi untuk berbagai macam kondisi tataguna lahan dan kondisi iklim yang berbeda. USLE memungkinkan perencanaan memprediksi besarnya erosi rata-rata lahan tertentu pada suatu kemiringan dengan pola hujan tertentu untuk setiap jenis tanah dan penerapan pengelolaan lahan (tindakan konservasi lahan).

USLE dirancang untuk memprediksi erosi jangka panjang dari erosi lembar (*sheet erosion*) dan erosi alur di bawah kondisi tertentu. Persamaan tersebut juga dapat memprediksi erosi pada lahan-lahan *non* pertanian, tapi tidak dapat memprediksi pengendapan dan tidak memperhitungkan hasil sedimen dari erosi parit, tebing sungai dan dasar sungai (Suripin, 2004). Persamaan USLE adalah sebagai berikut:

$$Ea = R \times K_{ET} \times L_{PL} \times S_{KL} \times C_{PT} \times P_{PL} \quad (2)$$

dimana:

$Ea$  = banyaknya tanah tererosi per satuan luas per satuan waktu (ton/ha/tahun)

R = faktor erosivitas hujan dan aliran permukaan

$K_{ET}$  = faktor erodibilitas tanah

$L_{PL}$  = faktor panjang lereng (m)

$S_{KL}$  = faktor kemiringan lereng (%)

$C_{PT}$  = faktor tanaman penutup lahan dan manajemen tanaman

$P_{PL}$  = faktor tindakan konservasi praktis

#### Modifikasi USLE (MUSLE)

MUSLE (*Model Universal Soil Loss Equation*) merupakan pengembangan dari metode USLE. MUSLE tidak menggunakan faktor energi hujan sebagai penyebab terjadinya erosi melainkan menggunakan faktor limpasan permukaan, sehingga MUSLE tidak memerlukan faktor *sedimen delivery ratio* (SDR), karena nilainya bervariasi dari suatu tempat ke tempat lainnya. Faktor limpasan permukaan mewakili energi yang digunakan untuk penghancuran dan pengangkutan sedimen. Persamaan MUSLE dapat dituliskan dalam bentuk sebagai berikut (Suripin, 2001):

$$SY = 11,8(Q_p \cdot V_Q)^{0,56} \cdot K \cdot LS \cdot C_{PT} \cdot P_{PL} \quad (3)$$

dimana:

SY = hasil sedimen tiap kejadian hujan (ton)

V<sub>Q</sub> = volume aliran pada suatu kejadian hujan (m<sup>3</sup>)

Q<sub>p</sub> = debit puncak (m<sup>3</sup>/dtk)

### Analisis Data Hidrologi

#### Data Curah Hujan

Untuk analisis data curah hujan pada perhitungan, diambil dari stasiun pencatat curah hujan terdekat dengan daerah penelitian minimal 10 tahun data curah hujan untuk dianalisis mencari hujan rencana. Data curah hujan minimal yang digunakan adalah tahun-tahun terdekat dengan tahun penelitian. Dalam tugas akhir ini, data curah hujan diambil di stasiun Tikala-Sawangan dari tahun 2003 sampai tahun 2012.

#### Uji Data Outlier

Syarat-syarat untuk pengujian data outlier berdasarkan koefisien Skewness (C<sub>Slog</sub>) adalah sebagai berikut:

Jika C<sub>Slog</sub> > 0,4, maka uji outlier tinggi, koreksi data, uji outlier rendah, koreksi data. Jika C<sub>Slog</sub> < -0,4, maka uji outlier rendah, koreksi data, uji outlier tinggi, koreksi data. Jika -0,4 < C<sub>Slog</sub> < 0,4, maka uji outlier tinggi atau rendah, koreksi data.

#### Aplikasi Distribusi Peluang untuk Analisis Frekuensi Curah Hujan

Distribusi peluang (*probability distribution*) adalah suatu distribusi yang menggambarkan peluang dari sekumpulan variat sebagai pengganti frekuensinya (Soewarno, 1995). Analisis frekuensi curah hujan memerlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan yang akan datang. Analisis frekuensi dimaksudkan untuk menentukan besar debit rancangan yaitu debit yang mungkin terjadi dalam suatu periode tertentu.

#### Parameter Statistik

Parameter statistik (*statistical parameters*) adalah parameter yang digunakan dalam analisis susunan data dari sebuah variabel. Susunan data itu dapat berupa distribusi (*distribution*) atau deret berkala (*time series*). Parameter statistik yang meliputi data tendensi sentral dan data dispersi selanjutnya digunakan sebagai data dasar

dalam analisis hidrologi menggunakan metode statistik.

Dari analisis parameter statistik, kemudian dilakukan pemilihan jenis analisa frekuensi yang akan digunakan untuk menentukan hujan rencana yaitu dengan membandingkan persyaratan-persyaratan seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat Pemilihan Distribusi

Tipe Distribusi	Syarat Parameter Statistik
Normal	C <sub>S</sub> = 0 C <sub>K</sub> = 3
Log Normal	C <sub>S</sub> = C <sub>V</sub> <sup>2</sup> + 3 C <sub>V</sub> C <sub>K</sub> = C <sub>V</sub> <sup>3</sup> + 6C <sub>V</sub> <sup>2</sup> + 13C <sub>V</sub> + 16C <sub>V</sub> <sup>2</sup> + 3
Gumbel	C <sub>S</sub> = 1,14 C <sub>K</sub> = 5,4
Log Pearson III	Selain dari nilai di atas

Sumber : I Made Kaimana (2010)

#### Penggambaran Pada Kertas Probabilitas

Untuk mengitung nilai probabilitas atau peluang setiap data, digunakan persamaan Weibull sebagai berikut:

$$P(x) = \frac{m}{n+1} \times 100\% \quad (4)$$

$$(x) = \frac{1}{Tr} \times 100\% \quad (5)$$

dimana :

T(x) = periode ulang

P(x) = peluang terjadinya kumpulan nilai yang diharapkan selama periode pengamatan

m = nomor urut kejadian

n = jumlah data

#### Uji Kecocokan

Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov Kolmogrov test*) tentukan harga D<sub>0</sub>. Apabila D lebih kecil dari D<sub>0</sub> maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, apabila D lebih besar dari D<sub>0</sub>, maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

### GAMBARAN UMUM WILAYAH STUDI



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian  
Sumber : Bappeda Kota Manado

**PROSEDUR PENELITIAN**

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian yaitu sebagai berikut:

- Studi Literatur
- Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengunjungi lembaga-lembaga yang terkait sebagai sumber data untuk diminta keterangan mengenai data-data yang berhubungan dengan penelitian ini.
- Analisis Data dan Pembahasan

Data yang diperoleh dari beberapa instansi tersebut, akan diolah untuk mendapatkan besar erosi dan sedimentasi di Kelurahan Perkamil. Beberapa analisis yang digunakan untuk memperoleh hasil yang diharapkan.

**ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**Analisis Frekuensi Hujan**

*Data curah hujan*

Tabel 2. Data Curah Hujan Maksimum Stasiun Tikala-Sawangan

No	Tahun	Hujan harian maksimum (mm)	Ranking
1	2003	321,6	321,6
2	2004	120,4	203,7
3	2005	75,5	130,8
4	2006	203,7	123
5	2007	103	120,4
6	2008	130,8	120,3
7	2009	100,3	110
8	2010	123	103
9	2011	120,3	100,3
10	2012	110	75,5

**Analisis data outlier**

Dari analisis didapat  $C_{s_{log}} > 0,4$ , sehingga langkah uji outlier adalah uji outlier tinggi, koreksi data, uji outlier rendah, koreksi data.

Data hujan terkoreksi diperlihatkan pada Tabel 3.

**Analisis Distribusi Peluang**

Ada banyak metode yang digunakan untuk menghitung distribusi peluang ini. Tetapi yang umum dipakai adalah :

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log-Normal
3. Distribusi Gumbel
4. Distribusi Log Pearson III

Tabel 3. Data Hujan Terkoreksi

No	Tahun	Hujan harian maksimum (mm)	Ranking
1	2003	262,4	262,4
2	2004	120,4	203,7
3	2005	75,5	130,8
4	2006	203,7	123
5	2007	103	120,4
6	2008	130,8	120,3
7	2009	100,3	110
8	2010	123	103
9	2011	120,3	100,3
10	2012	110	75,5

Tinjauan berdasarkan parameter statistik pada empat tipe distribusi normal, log normal, gumbel, dan log pearson III dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Tinjauan Kesesuaian Tipe Distribusi Berdasarkan Parameter Statistik

Tipe Distribusi	Syarat Parameter Statistik	Parameter Statistik Data Pengamatan	Keterangan
Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$	$C_s = 1,68$ $C_k = 3,027$	Tidak digunakan
Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3 C_v = 1,309$ $C_k = C_v^6 + 6C_v^4 + 15C_v^2 + 3 = 6,196$	$C_{s_{log}} = 1,017$ $C_k = 3,027$	Tidak digunakan
Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$	$C_k = 3,027$ $C_s = 1,68$	Tidak digunakan
Log Pearson III	Kalau tidak memenuhi ketiga persamaan diatas		Digunakan

Berdasarkan hasil tinjauan parameter-parameter statistik data pengamatan terhadap syarat batas parameter statistik distribusi yang ada, maka sebaran dianggap mengikuti Log Pearson III.

**Penggambaran pada kertas Probabilitas**

Tabel 5. Sebaran Data

M	$X_i$	$P = \frac{m}{n+1} (\%)$
1	75,5	9,091
2	100,3	18,182
3	103	27,273
4	110	36,364
5	120,3	45,455
6	120,4	54,545
7	123	63,636
8	130,8	72,727
9	203,7	81,819
10	295,1	90,909

Tabel 6. Nilai Teoritis Distribusi Log Pearson III

No	Kala Ulang T tahun	P=1/T	$K_T$	$\log X_T$	$X_T$
1	2	50	-0,167	2,127	133,881
2	5	20	0,735	2,218	165,044
3	10	10	1,340	2,314	206,253

Tabel 6. Hujan Rencana dengan Periode Ulang Tertentu

Periode Ulang (T)	Hujan (mm)
2	133,881
5	165,044
10	206,253

### Analisis Besar Erosi Lahan dengan Metode USLE di Kawasan Kelurahan Perkamil Tahun 2012

#### Faktor Erosivitas Hujan (R)

Data yang digunakan untuk menghitung faktor erosivitas hujan adalah data curah hujan bulanan pada tahun 2012 mulai dari bulan Januari sampai bulan Desember. Data yang digunakan berasal dari pengamatan curah hujan maksimum harian pos Tikala-Sawangan yang diperoleh dari BWS Sulawesi.

Tabel 7. Analisis Erosivitas Hujan Tahun 2012

Bulan	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)	Curah Hujan Harian Maksimum (cm)	R
Januari	30,4	3,04	10,025
Februari	40,5	4,05	14,809
Maret	70	7	31,169
April	60,2	6,02	25,389
Mei	40,2	4,02	14,660
Juni	110	11	57,635
Juli	40,6	4,06	14,859
Agustus	70,2	7,02	31,290
September	20,8	2,08	5,984
Oktober	30,6	3,06	10,115
November	100,3	10,03	50,835
Desember	90	9	43,869

#### Analisis Faktor Erodibilitas Tanah ( $K_{ET}$ )

Tabel 8. Nilai Erodibilitas ( $K_{ET}$ )

No	Tata Guna Lahan	Jenis Tanah	$K_{ET}$
1	Permukiman A	Dytropepts	0,23
	Permukiman B	Eutrandepts	0,22
2	Pertanian lahan kering A	Dytropepts	0,23
	Pertanian lahan kering B	Eutrandepts	0,22
3	Pertanian lahan kering campur semak	Eutrandepts	0,22

#### Analisis panjang lereng ( $L_{PL}$ ) dan kemiringan lereng ( $S_{KL}$ )

Tabel 9. Analisis Faktor Topografi (LS)

Tata Guna Lahan	LS
Permukiman	0,897
Pertanian Lahan Kering	0,469
Pertanian Lahan Kering Campur Semak	0,179

#### Analisis nilai $C_{PT}$ atau faktor pengelolaan tanaman

Tabel 10. Faktor Pengelolaan Tanaman

Tata Guna Lahan	Macam penggunaan lahan	$C_{PT}$
Permukiman	Pemukiman	0,180
Pertanian Lahan Kering	Tegalan	0,136
Pertanian Lahan Kering Campur Semak	Tegalan	0,136

#### Analisis Faktor Konservasi Tanah ( $P_{KL}$ )

Tabel 11. Analisis faktor konservasi tanah

Tata Guna Lahan	Tindakan khusus konservasi tanah	$P_{KL}$
Permukiman	Tanpa tindakan pengendalian erosi	0,15
Pertanian Lahan Kering	Pengelolaan tanah dan penanaman menurut garis kontur dengan kemiringan 0-8%	0,15
Pertanian Lahan Kering Campur Semak	Pengelolaan tanah dan penanaman menurut garis kontur dengan kemiringan 0-8%	0,15

Untuk nilai  $K_{ET}$ , LS,  $C_{PT}$ ,  $P_{KL}$  pada beberapa tata guna lahan di kawasan kelurahan perkamil dapat dilihat pada tabel.

Tabel 12. Analisis  $K_{ET}$ , LS,  $C_{PT}$ ,  $P_{KL}$

No	Tata Guna Lahan	$K_{ET}$	LS	$C_{PT}$	$P_{KL}$	$K_{ET} \cdot LS \cdot C_{PT} \cdot P_{KL}$
1	Permukiman	0,23	0,8966	0,18	0,15	0,00557
		0,22				0,00532
2	Pertanian lahan kering	0,23	0,46905	0,136	0,15	0,00211
		0,22				0,00220
3	Pertanian lahan kering campur semak	0,22	0,1788	0,136	0,15	0,00080

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil analisis dan hasil perbandingan peta yang telah dilakukan sebelumnya maka untuk nilai dari beberapa faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya erosi telah diperoleh, maka untuk mendapatkan besarnya erosi di kawasan Kelurahan Perkamil nilai  $K_{ET}$ , LS,  $C_{PT}$ ,  $P_{KL}$



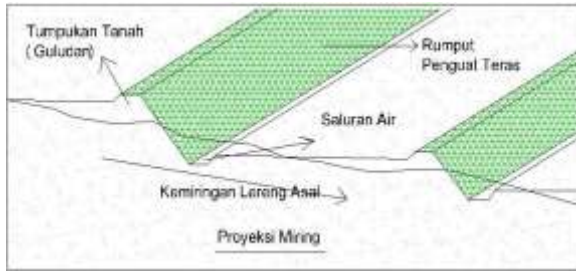
dikalikan dengan nilai erosivitas hujan (R), sebagai berikut:

$$Ea = R \cdot K_{ET} \cdot LS \cdot C_{PT} \cdot P_{KL} \quad (6)$$

Besarnya erosi yang dihasilkan oleh masing-masing tata guna lahan di kawasan Kelurahan Perkamil dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan yang sama, yaitu dengan mengalikan nilai erosivitas hujan (R) dengan nilai  $K_{ET} \cdot LS \cdot C_{PT} \cdot P_{KL}$  pada Tabel.12 maka untuk besar erosi yang terjadi berdasarkan tata guna lahan yang ada dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Analisis Besar Erosi Lahan yang Dihasilkan di Kawasan Kelurahan Perkamil

No	Tata Guna Lahan	Luas	Ea (ton/ha/tahun)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
			Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Juli	Agst	Sept	Ok	Nov	Des	Total																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	Pemukiman	30,22	0,09	0,08	0,11	0,14	0,18	0,22	0,26	0,31	0,35	0,39	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,63	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83	0,87	0,91	0,95	0,99	1,03	1,07	1,11	1,15	1,19	1,23	1,27	1,31	1,35	1,39	1,43	1,47	1,51	1,55	1,59	1,63	1,67	1,71	1,75	1,79	1,83	1,87	1,91	1,95	1,99	2,03	2,07	2,11	2,15	2,19	2,23	2,27	2,31	2,35	2,39	2,43	2,47	2,51	2,55	2,59	2,63	2,67	2,71	2,75	2,79	2,83	2,87	2,91	2,95	2,99	3,03	3,07	3,11	3,15	3,19	3,23	3,27	3,31	3,35	3,39	3,43	3,47	3,51	3,55	3,59	3,63	3,67	3,71	3,75	3,79	3,83	3,87	3,91	3,95	3,99	4,03	4,07	4,11	4,15	4,19	4,23	4,27	4,31	4,35	4,39	4,43	4,47	4,51	4,55	4,59	4,63	4,67	4,71	4,75	4,79	4,83	4,87	4,91	4,95	4,99	5,03	5,07	5,11	5,15	5,19	5,23	5,27	5,31	5,35	5,39	5,43	5,47	5,51	5,55	5,59	5,63	5,67	5,71	5,75	5,79	5,83	5,87	5,91	5,95	5,99	6,03	6,07	6,11	6,15	6,19	6,23	6,27	6,31	6,35	6,39	6,43	6,47	6,51	6,55	6,59	6,63	6,67	6,71	6,75	6,79	6,83	6,87	6,91	6,95	6,99	7,03	7,07	7,11	7,15	7,19	7,23	7,27	7,31	7,35	7,39	7,43	7,47	7,51	7,55	7,59	7,63	7,67	7,71	7,75	7,79	7,83	7,87	7,91	7,95	7,99	8,03	8,07	8,11	8,15	8,19	8,23	8,27	8,31	8,35	8,39	8,43	8,47	8,51	8,55	8,59	8,63	8,67	8,71	8,75	8,79	8,83	8,87	8,91	8,95	8,99	9,03	9,07	9,11	9,15	9,19	9,23	9,27	9,31	9,35	9,39	9,43	9,47	9,51	9,55	9,59	9,63	9,67	9,71	9,75	9,79	9,83	9,87	9,91	9,95	9,99	10,03	10,07	10,11	10,15	10,19	10,23	10,27	10,31	10,35	10,39	10,43	10,47	10,51	10,55	10,59	10,63	10,67	10,71	10,75	10,79	10,83	10,87	10,91	10,95	10,99	11,03	11,07	11,11	11,15	11,19	11,23	11,27	11,31	11,35	11,39	11,43	11,47	11,51	11,55	11,59	11,63	11,67	11,71	11,75	11,79	11,83	11,87	11,91	11,95	11,99	12,03	12,07	12,11	12,15	12,19	12,23	12,27	12,31	12,35	12,39	12,43	12,47	12,51	12,55	12,59	12,63	12,67	12,71	12,75	12,79	12,83	12,87	12,91	12,95	12,99	13,03	13,07	13,11	13,15	13,19	13,23	13,27	13,31	13,35	13,39	13,43	13,47	13,51	13,55	13,59	13,63	13,67	13,71	13,75	13,79	13,83	13,87	13,91	13,95	13,99	14,03	14,07	14,11	14,15	14,19	14,23	14,27	14,31	14,35	14,39	14,43	14,47	14,51	14,55	14,59	14,63	14,67	14,71	14,75	14,79	14,83	14,87	14,91	14,95	14,99	15,03	15,07	15,11	15,15	15,19	15,23	15,27	15,31	15,35	15,39	15,43	15,47	15,51	15,55	15,59	15,63	15,67	15,71	15,75	15,79	15,83	15,87	15,91	15,95	15,99	16,03	16,07	16,11	16,15	16,19	16,23	16,27	16,31	16,35	16,39	16,43	16,47	16,51	16,55	16,59	16,63	16,67	16,71	16,75	16,79	16,83	16,87	16,91	16,95	16,99	17,03	17,07	17,11	17,15	17,19	17,23	17,27	17,31	17,35	17,39	17,43	17,47	17,51	17,55	17,59	17,63	17,67	17,71	17,75	17,79	17,83	17,87	17,91	17,95	17,99	18,03	18,07	18,11	18,15	18,19	18,23	18,27	18,31	18,35	18,39	18,43	18,47	18,51	18,55	18,59	18,63	18,67	18,71	18,75	18,79	18,83	18,87	18,91	18,95	18,99	19,03	19,07	19,11	19,15	19,19	19,23	19,27	19,31	19,35	19,39	19,43	19,47	19,51	19,55	19,59	19,63	19,67	19,71	19,75	19,79	19,83	19,87	19,91	19,95	19,99	20,03	20,07	20,11	20,15	20,19	20,23	20,27	20,31	20,35	20,39	20,43	20,47	20,51	20,55	20,59	20,63	20,67	20,71	20,75	20,79	20,83	20,87	20,91	20,95	20,99	21,03	21,07	21,11	21,15	21,19	21,23	21,27	21,31	21,35	21,39	21,43	21,47	21,51	21,55	21,59	21,63	21,67	21,71	21,75	21,79	21,83	21,87	21,91	21,95	21,99	22,03	22,07	22,11	22,15	22,19	22,23	22,27	22,31	22,35	22,39	22,43	22,47	22,51	22,55	22,59	22,63	22,67	22,71	22,75	22,79	22,83	22,87	22,91	22,95	22,99	23,03	23,07	23,11	23,15	23,19	23,23	23,27	23,31	23,35	23,39	23,43	23,47	23,51	23,55	23,59	23,63	23,67	23,71	23,75	23,79	23,83	23,87	23,91	23,95	23,99	24,03	24,07	24,11	24,15	24,19	24,23	24,27	24,31	24,35	24,39	24,43	24,47	24,51	24,55	24,59	24,63	24,67	24,71	24,75	24,79	24,83	24,87	24,91	24,95	24,99	25,03	25,07	25,11	25,15	25,19	25,23	25,27	25,31	25,35	25,39	25,43	25,47	25,51	25,55	25,59	25,63	25,67	25,71	25,75	25,79	25,83	25,87	25,91	25,95	25,99	26,03	26,07	26,11	26,15	26,19	26,23	26,27	26,31	26,35	26,39	26,43	26,47	26,51	26,55	26,59	26,63	26,67	26,71	26,75	26,79	26,83	26,87	26,91	26,95	26,99	27,03	27,07	27,11	27,15	27,19	27,23	27,27	27,31	27,35	27,39	27,43	27,47	27,51	27,55	27,59	27,63	27,67	27,71	27,75	27,79	27,83	27,87	27,91	27,95	27,99	28,03	28,07	28,11	28,15	28,19	28,23	28,27	28,31	28,35	28,39	28,43	28,47	28,51	28,55	28,59	28,63	28,67	28,71	28,75	28,79	28,83	28,87	28,91	28,95	28,99	29,03	29,07	29,11	29,15	29,19	29,23	29,27	29,31	29,35	29,39	29,43	29,47	29,51	29,55	29,59	29,63	29,67	29,71	29,75	29,79	29,83	29,87	29,91	29,95	29,99	30,03	30,07	30,11	30,15	30,19	30,23	30,27	30,31	30,35	30,39	30,43	30,47	30,51	30,55	30,59	30,63	30,67	30,71	30,75	30,79	30,83	30,87	30,91	30,95	30,99	31,03	31,07	31,11	31,15	31,19	31,23	31,27	31,31	31,35	31,39	31,43	31,47	31,51	31,55	31,59	31,63	31,67	31,71	31,75	31,79	31,83	31,87	31,91	31,95	31,99	32,03	32,07	32,11	32,15	32,19	32,23	32,27	32,31	32,35	32,39	32,43	32,47	32,51	32,55	32,59	32,63	32,67	32,71	32,75	32,79	32,83	32,87	32,91	32,95	32,99	33,03	33,07	33,11	33,15	33,19	33,23	33,27	33,31	33,35	33,39	33,43	33,47	33,51	33,55	33,59	33,63	33,67	33,71	33,75	33,79	33,83	33,87	33,91	33,95	33,99	34,03	34,07	34,11	34,15	34,19	34,23	34,27	34,31	34,35	34,39	34,43	34,47	34,51	34,55	34,59	34,63	34,67	34,71	34,75	34,79	34,83	34,87	34,91	34,95	34,99	35,03	35,07	35,11	35,15	35,19	35,23	35,27	35,31	35,35	35,39	35,43	35,47	35,51	35,55	35,59	35,63	35,67	35,71	35,75	35,79	35,83	35,87	35,91	35,95	35,99	36,03	36,07	36,11	36,15	36,19	36,23	36,27	36,31	36,35	36,39	36,43	36,47	36,51	36,55	36,59	36,63	36,67	36,71	36,75	36,79	36,83	36,87	36,91	36,95	36,99	37,03	37,07	37,11	37,15	37,19	37,23	37,27	37,31	37,35	37,39	37,43	37,47	37,51	37,55	37,59	37,63	37,67	37,71	37,75	37,79	37,83	37,87	37,91	37,95	37,99	38,03	38,07	38,11	38,15	38,19	38,23	38,27	38,31	38,35	38,39	38,43	38,47	38,51	38,55	38,59	38,63	38,67	38,71	38,75	38,79	38,83	38,87	38,91	38,95	38,99	39,03	39,07	39,11	39,15	39,19	39,23	39,27	39,31	39,35	39,39	39,43	39,47	39,51	39,55	39,59	39,63	39,67	39,71	39,75	39,79	39,83	39,87	39,91	39,95	39,99	40,03	40,07	40,11	40,15	40,19	40,23	40,27	40,31	40,35	40,39	40,43	40,47	40,51	40,55	40,59	40,63	40,67	40,71	40,75	40,79	40,83	40,87	40,91	40,95	40,99	41,03	41,07	41,11	41,15	41,19	41,23	41,27	41,31	41,35	41,39	41,43	41,47	41,51	41,55	41,59	41,63	41,67	41,71	41,75	41,79	41,83	41,87	41,91	41,95	41,99	42,03	42,07	42,11	42,15	42,19	42,23	42,27	42,31	42,35	42,39	42,43	42,47	42,51	42,55	42,59	42,63	42,67	42,71	42,75	42,79	42,83	42,87	42,91	42,95	42,99	43,03	43,07	43,11	43,15	43,19	43,23	43,27	43,31	43,35	43,39	43,43	43,47	43,51	43,55	43,59	43,63	43,67	43,7

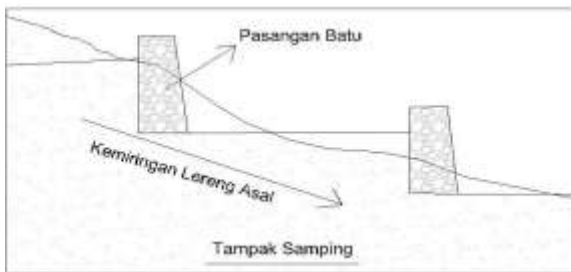


Gambar 3 Proyeksi Miring Tipikal Teras Bangku

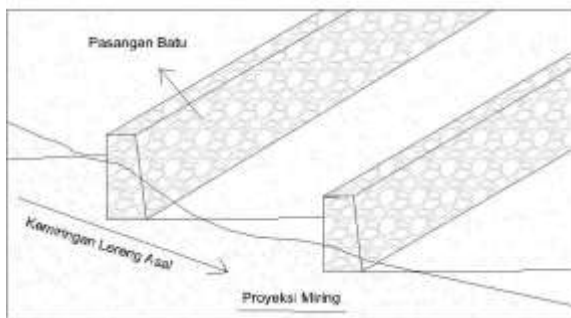
**Cara Teknik Sipil**

**Pencegahan Erosi dengan Pembuatan Teras Pasangan Batu**

Pada jenis tata guna lahan pertanian lahan kering pada daerah perbukitan selain dibuat teras bangku juga diusulkan upaya pembuatan teras pasangan batu yaitu penggunaan batu untuk membuat dinding dengan jarak yang sesuai di sepanjang garis kontur pada lahan miring. Dinding teras batu berfungsi untuk menahan butir-butir tanah akibat erosi dari atas. Sehingga lama kelamaan permukaan tanah bagian atas akan menurun, sedangkan bagian bawah akan semakin tinggi. Proses ini berlangsung terus-menerus sehingga bidang menjadi datar atau mendekati datar. Tipe bangunan teras pasangan batu seperti Gambar 4.



Gambar 4. Tipikal Teras Pasangan Batu

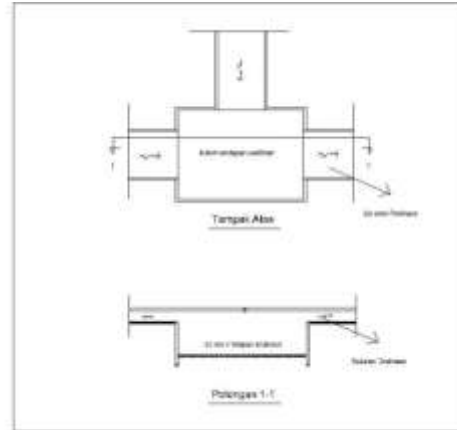


Gambar 5. Proyeksi Miring Tipikal Teras Pasangan Batu

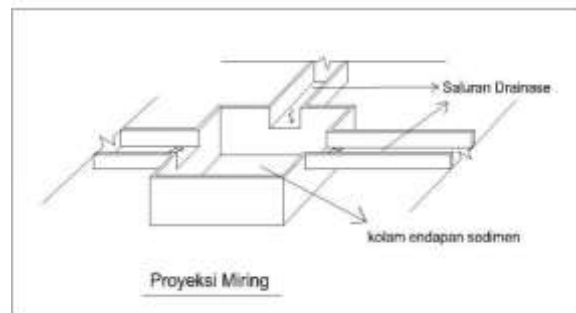
**Pengendalian sedimentasi dengan Pembuatan kolam endapan sedimen**

Di daerah pemukiman, di setiap pertemuan saluran-saluran drainase antara drainase jalan

utama dan drainase dari lereng-lereng bukit yang memiliki laju endapan sedimen yang besar, dibuat kolam endapan sedimen seperti pada Gambar 4. Gunanya untuk menampung sedimen agar tidak masuk pada saluran drainase di sepanjang ruas jalan utama.



Gambar 6. Tipikal kolam endapan sedimen pada saluran drainase



Gambar 7. Proyeksi miring kolam endapan sedimen pada saluran drainase

**PEMBAHASAN**

1. Besarnya erosi di kawasan Kelurahan Perkamil di pengaruhi oleh beberapa faktor seperti curah hujan, tata guna lahan, jenis tanah, panjang lereng, kemiringan lereng, jenis tanaman, dan pengelolaan lahan. Dengan menggunakan metode USLE, dihitung besarnya erosi total yang dihasilkan di kawasan Kelurahan Perkamil dari bulan januari 2012 sampai desember 2012 yaitu sebesar 394,59 ton/thn. Dengan menggunakan metode yang sama yaitu metode USLE, dihitung analisis prediksi besar erosi di kawasan Kelurahan Perkamil untuk periode kala ulang 2 tahun, 5 tahun dan 10 tahun. Parameter yang digunakan dalam analisis prediksi besar erosi kurang lebih sama dengan parameter yang digunakan pada

analisis besar erosi. Yang membedakan adalah pada analisis prediksi laju erosi, curah hujan yang digunakan adalah curah hujan rencana dari hasil analisis hidrologi dari data curah hujan 10 tahun terakhir yang diperoleh dari BWS. Dengan menggunakan distribusi peluang Log Pearson III yang sesuai dengan syarat didapat curah hujan rencana sebagai berikut:

Periode Ulang (T)	Hujan (mm)
2	133,881
5	165,044
10	206,253

Dengan menggunakan data curah hujan rencana yang ada dengan parameter yang sama yaitu faktor panjang dan kemiringan lereng, jenis tanah, jenis tata guna lahan, jenis tanaman, dan pengelolaan tanah yang telah diperoleh maka, prediksi besarnya erosi untuk periode 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun diperoleh sebagai berikut:

Periode Ulang (T)	Erosi Lahan (ton/thn)
2	1147,62
5	1525,41
10	2065,57

2. Dengan melihat kondisi di lapangan, yaitu kondisi topografi, jenis tanah, vegetasi penutup tanah, dan kegiatan manusia, cara yang diusulkan dalam pola penanggulangan dan pemilihan tipe bangunan pengendali yang cocok untuk menangani masalah erosi dan sedimentasi di kawasan Kelurahan Perkamil adalah dengan cara vegetatif dan teknik sipil.

- Cara vegetatif

Cara vegetatif yang diusulkan yaitu pencegahan erosi pada jenis tata guna lahan pertanian lahan kering dengan pembuatan teras bangku atau teras tangga dengan cara memotong panjang lereng dan meratakan tanah di bagian bawahnya, sehingga terjadi deretan yang berbentuk seperti tangga yang ditanami dengan rumput untuk penguat teras. Tanaman penguat teras berperan untuk melindungi permukaan tanah dari daya dispersi dan daya penghancur oleh butir-butir hujan serta memperlambat aliran permukaan dan melindungi tanah permukaan dari daya kikis aliran permukaan.

- Cara teknik sipil

Cara yang diusulkan juga ada 2 macam, yang pertama adalah pengendalian erosi dengan pembuatan teras pasangan batu yaitu penggunaan batu untuk membuat dinding dengan jarak yang sesuai di sepanjang garis kontur pada lahan miring. Dinding teras batu berfungsi untuk menahan butir-butir tanah akibat erosi dari atas.

Cara teknik sipil yang diusulkan kedua yaitu pengendalian sedimentasi dengan pembuatan kolam endapan sedimen pada tiap pertemuan saluran drainase antara drainase jalan utama dan drainase pada lereng-lereng bukit di daerah pemukiman yang memiliki laju endapan sedimen yang besar yang bertujuan untuk menampung sedimen agar tidak masuk pada saluran drainase di sepanjang ruas jalan utama.

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Berdasarkan metode USLE, besarnya erosi total di Kawasan Kelurahan Perkamil pada tahun 2012 diperoleh sebesar 394,59 ton/thn dan prediksi besarnya erosi untuk kala ulang 2 tahun sebesar 1147,62 ton/thn, untuk kala ulang 5 tahun sebesar 1525,41 ton/thn, dan untuk kala ulang 10 tahun sebesar 2065,57 ton/thn.
2. Pola penanggulangan dan pemilihan tipe bangunan pengendali sedimen sebagai upaya penanganan masalah erosi dan sedimentasi yang dipilih sesuai untuk Kawasan Kelurahan Perkamil yaitu pengendalian erosi dengan pembuatan teras bangku, pengendalian erosi dengan pembuatan teras pasangan batu, dan pengendalian sedimentasi dengan pembuatan kolam endapan sedimen.

### Saran

Dari penelitian ini disarankan perlu adanya penelitian lanjutan berupa perhitungan DED (*Detail Engineering Design*) pembangunan teras dan kolam endapan sedimen yang merupakan langkah yang paling cocok dalam penanggulangan erosi dan sedimentasi di Kawasan Kelurahan Perkamil.



## DAFTAR PUSTAKA

- Chay Asdak, 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada Universitas Press, Yogyakarta.
- I Made Kamiana, 2010. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Lambertus Tanudjaja, 2009. *Diktat Materi Kuliah Drainase dan Pengendalian Banjir*, Program Studi S1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Marisca Rantung, 2013. *Analisis Erosi dan Sedimentasi Lahan di Sub DAS Panasen Kabupaten Minahasa*, Skripsi Program S1 Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Soewarno, 1995. *Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*, Jilid Pertama, Nova, Bandung.
- Suripin, 2001. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*, Semarang, Indonesia.
- Suripin, 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Andi, Yogyakarta.
- <http://oktaviaindahpermata.blogspot.com>
- <http://www.scribd.com/mobile/doc/122561386>