

TINGKAT BAHAYA EROSI DAN FAKTOR KEAMANAN LERENG PADA JALAN BANDA ACEH - CALANG

Ervina Roeska¹, Yuhanis Yunus², Sofyan M. Saleh³

¹)Mahasiswa Magister Teknik Sipil Bidang Manajemen Rekayasa Transportasi,
Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syeh Abdul Rauf No.7, Darussalam Banda Aceh 23111.

Email : ervina.roeska@gmail.com

^{2,3})Dosen Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syeh Abdul Rauf No.7, Darussalam Banda Aceh 23111.

Abstract: Soil erosion is the removal of soil from one place to another by water or wind. The depletion of soil layers at the top of slope causes decreased the ability of the soil on slopes, and the ability of soil to absorb water (Asdak, 1995). Erosion Danger Level (TBE) is an assessment or prediction on the magnitudes of soil erosion and potential danger on the road. The TBE is determined based on comparisons between the magnitudes of annual soil loss (A) and Soil Erosion Tolerance (TSL) (Arsyad, 2000). The TSL for the region of Sumatra is 27 – 29 ton/ha/year (Surbakti, 2009). The slopes of the 240 KM road built by USAID in 2006, linking Banda Aceh to Calang, are erosion prone areas and the current condition is considerably not safe. This research aims at calculating the erosion rate that was still tolerance, the magnitude of TBE and the slopes safety factor (Fs). The research locations were in 3 observation areas, that is, at KM.35, KM.104, and KM.129. The Universal Soil Loss Equation (USLE) methods were used to calculate the erosion rate. The USLE parameters in this research were rainfall erosivity (R) for 10 years, soil erodibility (K) with samplings by using disturbed sample (T1) and undisturbed sample (T2) by means of hand bore, measurement slope length and slope strength (LS) which was calculated by using Theodolite Station, visual observations for cover and land management (CP). The analysis results showed that the Erosion Danger Level (TBE) at KM.35 (T1) was 11.82; KM.35 (T2) 19.38; KM.104 (T1) 15.45; KM.104 (T2) 20.02; KM.129 (T1) 17.81; and KM.129 (T2) 19.46 respectively. The measurement results on TBE showed that the overall point of the test site was in very heavy criteria. The calculation results of slopes safety factor (Fs) at KM.35, KM.104, and KM.129 testing point (T2) were 0.287; 0.227; and 0.436 respectively. The calculation results of slopes safety factor (Fs) at all research locations were on the unsafe condition (Fs < 1).

Keywords : Erosion Danger Level (TBE), Slope Safety Factor (Fs), Road Slope Erosion.

Abstrak: Erosi tanah adalah peristiwa terangkutnya tanah dari satu tempat ke tempat lain oleh air atau angin, menipisnya lapisan tanah pada lereng bagian atas yang menyebabkan menurunnya kemampuan tanah pada lereng, dan menurunkan kemampuan tanah untuk menyerap air (Asdak, 1995). Tingkat Bahaya Erosi (TBE) merupakan penilaian atau prediksi terhadap besarnya erosi tanah dan berpotensi bahaya terhadap badan jalan. TBE ditentukan berdasarkan perbandingan antara besarnya laju erosi tanah (A) dengan erosi tanah yang ditoleransikan (Arsyad, 2000) untuk wilayah Sumatera TSL yaitu 27 – 29 ton/ha/thn (Surbakti, 2009). Lereng di jalan Banda Aceh–Calang yang di bangun oleh USAID tahun 2006 sepanjang 240 KM di Kabupaten Aceh Besar dan Aceh Jaya yang sering mengalami erosi dan kondisi lereng tidak aman. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung besarnya TBE dan faktor keamanan lereng (Fs). Lokasi penelitian ini berada di 3 titik pengamatan pada KM.35, KM.104, dan KM.129. Metode USLE (Universal Soil Loss Equation) digunakan untuk menghitung laju erosi. Parameter USLE dalam penelitian ini meliputi, erosititas hujan (R) selama 10 tahun, erodibilitas tanah (K) dengan pengambilan sampel tanah secara terganggu/disturbed sample (T1) dan tidak terganggu/undisturbed sampel (T2) dengan bor tangan, mengukur panjang dan kemiringan lereng (LS) dengan Theodolite Station, pengamatan visual untuk penutup dan pengelolaan lahan (CP). Hasil analisis menunjukkan Tingkat Bahaya Erosi (TBE) di KM.35 (T1) = 11,82; KM.35 (T2) = 19,38; KM.104 (T1) = 15,45; KM.104 (T2) = 20,02; KM.129 (T1) = 17,81; dan KM.129 (T2) = 19,46. Hasil pengukuran terhadap TBE memperlihatkan bahwa keseluruhan titik lokasi pengujian berada dalam kriteria sangat berat (SB). Hasil perhitungan terhadap faktor keamanan lereng (Fs) pada titik pengujian adalah KM.35 (T2) = 0,287; KM.104 (T2) = 0,227; dan di KM.129 (T2) = 0,436. Hasil perhitungan faktor keamanan lereng (Fs) pada semua lokasi penelitian berada pada kondisi tidak aman (Fs < 1).

Kata kunci : Tingkat Bahaya Erosi (TBE), Faktor Keamanan Lereng (Fs), Erosi Lereng Jalan.

Aceh merupakan salah satu provinsi di Indonesia yang rawan terhadap erosi, khususnya erosi yang terjadi pada lereng jalan Banda Aceh–Calang yang di bangun oleh USAID tahun 2006 sepanjang ± 240 KM di Kabupaten Aceh Besar dan Aceh Jaya. Faktor yang mempengaruhi erosi di lereng jalan Banda Aceh–Calang meliputi faktor curah hujan, faktor panjang dan kemiringan lereng, faktor penutup lereng dan faktor pengolahan lahan pada lereng jalan.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui faktor penyebab terjadi erosi pada lereng jalan, mengetahui besarnya laju erosi tanah dan tingkat bahaya erosi yang terjadi, serta seberapa besarnya faktor keamanan lereng di jalan Banda Aceh–Calang

TINJAUAN PUSTAKA

Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Menurut Asdak (2002), tingkat bahaya erosi pada dasarnya dapat diperkirakan antara laju erosi lahan dengan laju erosi yang masih dapat ditoleransi atau *Tolerable Soil Loss* (TSL). Nilai TBE yang terjadi dari nilai erosi yang ada, dimana rasio nilai erosi (A) yang dibandingkan dengan nilai erosi yang ditoleransikan (TSL) menghasilkan nilai TBE pada masing–masing lereng, tergantung dari jumlah panjang dan kemiringan lereng, penutup lereng, dan tindakan konservasi pengolahan tanah lereng.

Menurut Surbakti (2009), nilai laju erosi yang bisa ditoleransikan untuk wilayah Pulau Sumatera adalah antara 27–29 ton/ha/thn atau setara dengan kehilangan tanah sebesar 2,64 mm/thn. Klasifikasi TBE yaitu tingkat

bahaya dikelompokkan dalam kelas Sangat Ringan (SR), Ringan (R), Sedang (S), Berat (B), Sangat Berat (SB).

Persamaan TBE berikut:

$$TBE = \frac{A}{TSL} \quad (1)$$

Dimana:

A = besar erosi tanah (ton/ha/tahun),

TSL = erosi yang ditoleransi (ton/ha/tahun).

Perkiraan Laju Erosi

Wischmeier dan Smith (1978), bahwa proses erosi terjadi secara fisik dipengaruhi oleh iklim, sifat tanah, topografi dan vegetasi penutup tanah, keempat faktor tersebut dimanfaatkan sebagai dasar untuk menentukan besarnya erosi tanah melalui persamaan USLE (*Universal Soil Loss Equation*).

Persamaan tersebut adalah sebagai berikut:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad (2)$$

Dimana:

A = Jumlah laju erosi tanah yang hilang rata–rata setiap tahun (ton/ha/tahun),

R = Indeks erosivitas hujan (ha/jam),

K = Indeks erodibilitas tanah (ton/ha/thn),

L = Indeks panjang lereng (m),

S = Indeks kemiringan lereng (%),

C = Indeks penutup lahan (vegetasi),

P = Indeks konservasi lahan.

a. Erosivitas Hujan (R)

Erosivitas hujan merupakan kemampuan hujan untuk mengerosi tanah. Erosivitas hujan dihitung dengan rumus Bowles (1978).

Persamaan tersebut adalah:

$$R_m = 6,119 (\text{Rain}_m)^{1,21} \times (\text{Days}_m)^{-0,47} \times (\text{Max } P_m)^{0,53} \quad (3)$$

Dimana:

- R_m = indeks erosivitas hujan bulanan,
 $Rain_m$ = curah hujan rata-rata bulanan (cm),
 $Days_m$ = jumlah hari hujan rata-rata dalam satu bulan (hari),
 $Max P_m$ = rata-rata curah hujan maksimum dalam bulan tersebut (cm).

b. Erodibilitas tanah (K)

Erodibilitas tanah merupakan kepekaan tanah terhadap erosi, dihitung dengan rumus Wischemeir dan Smith (1978).

Nilai **K** dapat dicari melalui persamaan:

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

Dimana:

- K** = Erodibilitas tanah,
M = Ukuran partikel tanah (% pasir halus + % debu) x (100 - % liat/clay),
a = % bahan organik tanah (% C x 1.724),
b = Kode struktur tanah,
c = Kode kelas permeabilitas tanah.

c. Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Untuk menghitung panjang lahan (L) dan kemiringan lereng (S) dengan mengukur langsung dilapangan dengan alat *Theodolite Station* (TS), dihitung dengan rumus Wischmeier dan Smith (1978).

Persamaan tersebut adalah :

$$LS = \sqrt{L(0,00138)S^2 + 0,00965S + 0,0138} \quad (5)$$

Dimana :

- LS** = Indeks panjang dan kemiringan lereng,
L = Panjang lahan (m),
S = Kemiringan lahan (%).

d. Penutup Lahan dan Konservasi (CP)

Faktor pengelolaan tanaman dan usaha pencegahan erosi dapat diketahui dari peta

penutupan lahan dan pengamatan langsung di lapangan, kemudian nilai dari faktor CP dapat di peroleh. Pada penelitian ini faktor CP di ketahui langsung dengan melakukan pengamatan di lokasi penelitian. Hal ini dilakukan agar nilai CP yang di dapat harus aktual atau kondisi terkini di lokasi, sehingga diharapkan nilai hasil pendugaan erosi memiliki tingkat keakuratan yang tinggi.

Faktor Keamanan Lereng (Fs)

Menurut Braja M. Das (1994), tingkat kestabilan suatu lereng, secara umum ditunjukkan dengan suatu nilai angka atau faktor keamanan lereng (*safety factor*). Faktor keamanan (F_s) ini merupakan angka yang menggambarkan kondisi keamanan lereng. Nilai F_s kritis lereng adalah 1, artinya pada kondisi demikian lereng sangat rawan terhadap bahaya erosi.

Persamaan berikut ini untuk mengetahui faktor keamanan lereng:

a. Stabilisasi lereng menerus tanpa rembesan, persamaan berikut:

$$F_s = \frac{c}{\gamma H \cos^2 \beta \cdot \tan \beta} + \frac{\tan \emptyset}{\tan \beta} \quad (6)$$

b. Stabilisasi lereng menerus dengan rembesan, persamaan :

$$F_s = \frac{c}{\gamma_{sat} H \cos^2 \beta \cdot \tan \beta} + \frac{\tan \emptyset}{\tan \beta} \quad (7)$$

Dimana:

- H** = tinggi lereng (m),
c = kohesi (gr/cm^2),
 β = sudut lereng ($^{\circ}$),
 \emptyset = sudut geser ($^{\circ}$),
 γ = berat jenis (gr/cm^3).

METODE PENELITIAN

Parameter penelitian yang digunakan adalah data primer yaitu menentukan titik

pengambilan sampel tanah lalu di analisis di Laboratorium Geoteknik Penelitian Terpadu Universitas Syiah Kuala Banda Aceh, pengukuran panjang dan kemiringan lereng.

Tanah yang digunakan untuk penelitian ini diambil pada bulan November 2015, karena pada bulan ini di lokasi penelitian sedang mengalami musim hujan dengan intensitas hujan tertinggi. Pengujian ini dilaksanakan terhadap enam sampel tanah dengan hand boring atau bor dangkal, yang meliputi, pengambilan tiga titik bor tanah terganggu/ disturbed sample (T1), pengambilan tiga titik bor tanah tidak terganggu/undisturbed sample (T2) dengan

tabung sampel.

Untuk parameter erodibilitas (K) didasarkan pada sifat-sifat tanah dari hasil uji laboratorium seperti sifat fisik tanah yang diamati meliputi grain size analysis, kadar air (w), berat volume basah (γ_b), berat volume kering (γ_d), berat spesifik (G_s), derajat kejenuhan (S_r), angka pori (e), porositas (n), batas cair (L_L), batas plastis (P_L), indeks plastisitas (PI), kohesi (C), sudut geser (ϕ), permeabilitas tanah dan bahan organik. Hasil analisis tanah di laboratorium guna memperoleh nilai tanah (K) pada Tabel 2.

Keterangan kode satuan titik penelitian adalah seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kode Satuan Titik Penelitian

No.	Kode Satuan	Keterangan
1.	KM.35	Kilometer 35
2.	T1	Titik pengambilan <i>Disturbed Sample</i>
3.	T2	Titik pengambilan <i>Undisturbed Sample</i>

Tabel 2. Hasil Pengujian Tanah di Laboratorium dengan *Disturbed Sample* dan *Undisturbed Sample*

No.	Parameter	Notasi	Unit	<i>Disturbed Sample (DS) dan Undisturbed Sample (UDS)</i>					
				KM.35(T1)	KM.35(T2)	KM.104(T1)	KM.104(T2)	KM.129(T1)	KM.129(T2)
1	Kadar Air	w	%	-	24.670	-	46.287	-	25.907
2	Berat Volume Basah	γ_b	gr/cm ³	-	1.344	-	1.750	-	1.762
3	Berat Volume Kering	γ_d	gr/cm ³	-	1.078	-	1.192	-	1.399
4	Berat Spesifik	G_s	%	-	2.716	-	2.692	-	2.704
5	Angka Pori	e		-	1.520	-	1.260	-	0.930
6	Porositas	n		-	0.600	-	0.560	-	0.480
7	Derajat Kejenuhan	S_R	%	-	44.120	-	100.150	-	75.130
8	Batas Cair	L_L	%	-	43.167	-	48.520	-	-
9	Batas Plastis	P_L	%	-	31.110	-	35.690	-	NP
10	Indeks Plastisitas	PI	%	-	12.052	-	12.825	-	-
11	Gravel		%	52.450	10.020	2.290	2.280	1.200	1.550
	Sand		%	14.320	5.140	4.620	3.100	18.510	24.890
	Silt		%	18.900	69.170	77.670	79.960	64.280	59.290
	Clay		%	14.340	15.680	15.430	14.670	16.020	14.280
12	Permeabilitas	$K_{20\text{avr}}$	cm/s	3.28E-07	3.28E-07	9.94E-07	9.94E-07	1.19E-06	1.19E-06
13	Bahan organik	BO	%	2.981	3.045	4.925	3.023	3.0	2.945
14	Triaksial								
	- Kohesi	c	kg/cm ²	-	0.026	-	0.042	-	0.019
	- Sudut Geser	ϕ	0°	-	16	-	13.5	-	20

Sumber: Laboratorium Geoteknik Penelitian Terpadu Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

Parameter panjang dan kemiringan lereng (LS) dengan mengukur langsung dilapangan dengan alat Total Station Theodolite (TS). TS merupakan alat pengukur jarak dan sudut (vertikal dan horizaontal) secara otomatis.

Parameter penutup dan pengelolaan tataguna tanah untuk mengetahui penggunaan lahan di lokasi penelitian dan pengamatan terkini untuk menentukan indeks (CP).

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder, yaitu curah hujan selama 10 tahun (2006–2015) yang di dapat dari stasiun BMG Bandara Internasional Sultan Iskandar Muda Banda Aceh, sehingga sebaran curah hujan masih menjangkau lereng jalan Banda Aceh – Calang, berdasarkan perhitungan data curah hujan ini akan dikaji untuk penentuan indeks nilai erosivitas (R).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks erosivitas hujan (R)

Indeks erosivitas hujan (R) untuk memprediksikan laju erosi yang disebabkan oleh air hujan dan aliran permukaan. Data curah hujan selama 10 tahun (2006–2015) yang di dapat dari stasiun BMG Bandara Internasional Sultan Iskandar Muda Banda Aceh, sehingga sebaran curah hujan masih menjangkau lereng jalan Banda Aceh–Calang.

Hasil perhitungan curah hujan (R) sebagaimana persamaan 2.3, angka erosivitas terendah $R_m = 27,07$ cm dan angka erosivitas tertinggi ialah $R_m = 250,93$ cm, erosivitas hujan bulanan terendah

terjadi pada bulan Juli sedangkan erosivitas hujan bulanan tertinggi terjadi pada bulan November. Nilai erosivitas hujan (R_m) dan diperoleh dari penjumlahan erosivitas bulanan yaitu dari erosivitas hujan bulan Januari hingga Desember. Nilai erosivitas tahunan yang diperoleh adalah sebesar $R_m = 1.236,46$ cm.

Indeks erodibilitas tanah (K)

Untuk menghitung nilai erodibilitas (K) sebagaimana persamaan 2.4, diperlukan data tekstur tanah (%liat, %debu, %pasir), kode struktur tanah, penilaian bahan organik tanah, dan permeabilitas tanah.

Tekstur tanah (M)

Perhitungan tektur tanah (M), yaitu (% pasir halus + % lanau/ silt) x (100 – % clay/ lempung). Tingginya nilai tekstur tanah (M) dipengaruhi persentase pasir halus dan lanau. Semakin bertambah persentase pasir halus dan lanau, maka nilai tekstur tanah (M) semakin tinggi yang diikuti peningkatan nilai erodibilitas tanah (K). Hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 3.

Berdasarkan perhitungan tektur tanah (M) pada Tabel 3.2, di KM.104 (T2), fraksi lanau tertinggi persentasenya yaitu 79,96% dan menghasilkan nilai $M = 7014,13$; dan di KM.129 (T2), fraksi pasir halus tertinggi persentasenya yaitu 23,5% dan menghasilkan nilai $M = 7096,76$.

Bahan Organik (a)

Bahan organik di dalam tanah berfungsi sebagai perekat atau *cementing agent* dalam pembentukan dan pematapan agregat tanah,

sehingga agregat tanah tidak mudah hancur karena pukulan butir air hujan (Kasdi Subagyo, 2004).

Kandungan bahan organik pada masing-masing lokasi penelitian sangat rendah atau sedikit. Hal ini disebabkan

adanya erosi yang mempunyai kemampuan menggerus bahan organik yang sebagian besar berada di tanah bagian atas lereng. Hasil perhitungan disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 3. Hasil Pengujian Grain size dan Perhitungan Indeks Nilai Tekstur Tanah (M)

Lokasi	Silt (%)	Clay (%)	Pasir (%)		Tekstur Tanah (M)
			Pasir biasa	Pasir halus	
KM.35 (T1)	18.90	14.34	10.09	4.23	1981.32
KM.35 (T2)	69.17	15.68	2.91	2.23	6020.45
KM.104 (T1)	77.67	15.43	0.49	4.13	6917.83
KM.104 (T2)	79.96	14.67	0.87	2.24	7014.13
KM.129 (T1)	64.28	16.02	1.01	17.5	6867.88
KM.129 (T2)	59.29	14.28	1.38	23.5	7096.76

Sumber : Laboratorium Geoteknik Penelitian Terpadu Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

Tabel 4. Hasil Pengujian Bahan Organik dan Perhitungan Indeks Nilai % BO

Lokasi	(i)	(ii)	(iii)	(iv)	(a)	kode
KM 35 (T1)	4.48	9.50	8.68	1.73	2.98	1
KM 104 (T2)	4.50	9.50	8.83	1.77	3.05	1
KM 104 (T1)	10.3	15.4	14.3	2.86	4.93	2
KM 104 (T2)	4.53	9.56	8.82	1.75	3.02	1
KM 129 (T1)	4.50	9.54	8.77	1.74	2.99	1
KM 129 (T2)	4.51	9.51	8.54	1.71	2.95	1

Keterangan :

(i) = mass container,

(ii) = mass container + specimen,

(iii) = mass container + specimen after burnt,

(iv) = % bahan organik dan (kode 1,2) = penilaian bahan organik (Arsyad,1989).

Sumber : Laboratorium Geoteknik Penelitian Terpadu Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

Struktur tanah (b)

Tanah penelitian bervariasi dari granular sangat halus sampai dengan gumpal, lempung, pejal. Hasil perhitungan disajikan di Tabel 5.

Semakin besar nilai koefisien struktur tanah, maka tanah akan semakin peka terhadap erosi. Penilaian struktur tanah menunjukkan bahwa di lokasi penelitian banyak ditemukan struktur tanah bergranular sangat halus yaitu di dominasi lanau, dan tanah sangat sedikit mengandung agregat lempung, pasir, batu dan kerikil.

Permeabilitas tanah (c)

Permeabilitas adalah kecepatan air menyerap ke dalam tanah ke arah horizontal dan vertikal melalui pori-pori, kecepatan perembesan air dipengaruhi oleh tekstur tanah.

Tanah mengandung lanau dan sedikit lempung dan pasir dengan kecepatan air menyerap ke dalam tanah antara 1.192×10^{-6} – 9.937×10^{-7} cm/jam, maka nilai kecepatan permeabilitas jauh dibawah 0,5 cm/jam, dengan penilaian kode permeabilitas sangat lambat yaitu enam (6) menurut Foth (1995).

Hasil perhitungan indeks nilai erodibilitas (K) berdasarkan Persamaan 4 disajikan pada

Tabel 6.

Faktor utama yang mempengaruhi tingkat erodibilitas di daerah penelitian adalah tekstur tanah, hal ini ditunjukkan oleh

koefisien rata-rata sebesar 0,53 sehingga setiap peningkatan nilai tektur tanah (M) berpengaruh terhadap peningkatan nilai erodibilitas (K)

Tabel 5. Hasil Perhitungan Indeks Nilai Struktur Tanah (b)

Lokasi	Kerikil (%)	Lanau (%)	Lempung (%)	Pasir (%)		(b)
				Pasir kasar	Pasir halus	
KM.35 (T1)	52.45	18.90	14.34	10.09	4.23	3
KM.35 (T2)	10.02	69.17	15.68	2.91	2.23	1
KM.104 (T1)	2.29	77.67	15.43	0.49	4.13	1
KM.104 (T2)	2.28	79.96	14.67	0.87	2.24	1
KM.129 (T1)	1.20	64.28	16.02	1.01	17.5	1
KM.129 (T2)	1.55	59.29	14.28	1.38	23.5	1

Keterangan : (kode 1,3) penilaian kelas struktur tanah (Wischmeier, 1978).

Sumber : Laboratorium Geoteknik Penelitian Terpadu Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Indeks Nilai Erodibilitas Tanah (K)

Lokasi	(M)	(a)	(b)	(c)	(K)	Nilai (K)
KM.35 (T1)	1981.3	2.98	3	6	0.248	Sedang
KM.35 (T2)	6020.5	3.04	1	6	0.537	Sangat tinggi
KM.104 (T1)	6917.8	4.92	1	6	0.50	Tinggi
KM.104 (T2)	7014.1	3.02	1	6	0.633	Sangat tinggi
KM.129 (T1)	6867.9	2.99	1	6	0.620	Sangat tinggi
KM.129 (T2)	7096,8	2.94	1	6	0.646	Sangat tinggi

Keterangan : (M) tekstur tanah, (a) bahan organik, (b) kode struktur tanah, (c) kode permeabilitas.

Sumber : Laboratorium Geoteknik Penelitian Terpadu Universitas Syiah Kuala Banda Aceh.

Tingginya nilai tekstur tanah (M) dipengaruhi persentase pasir halus dan lanau. Semakin bertambah persentase pasir halus dan lanau, maka nilai tektur tanah (M) semakin tinggi yang diikuti peningkatan nilai erodibilitas (K).

Indeks panjang dan kemiringan lereng (LS)

Dari hasil pengukuran dilapangan dengan menggunakan TS lalu diaplikasikan dengan menggunakan autocad, kelas kemiringan lereng penelitian curam sampai sangat curam dengan nilai diatas 40%. Hasil Perhitungan indeks (LS) disajikan dalam Tabel 8.

Semakin panjang lereng, menyebabkan semakin banyak air permukaan yang terakumulasi, dan semakin besar pula kecepatan aliran air dipermukaan, sehingga

pengikisan terhadap bagian-bagian tanah semakin besar.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Indeks Nilai Panjang dan Kemiringan Lereng (LS)

Lokasi	Lereng		
	S (%)	L(m)	LS
KM.35 (T1)	125.65	31.070	26.04
KM.35 (T2)	101.15	27.400	19.69
KM.104 (T1)	75.25	36.240	16.85
KM.104 (T2)	80.02	33.670	17.27
KM.129 (T1)	77.97	29.190	15.67
KM.129 (T2)	84.04	27.660	16.44

Sumber : Data hasil perhitungan dan pengamatan lapangan Banda Aceh. (2016)

Indeks penutupan vegetasi dan pengolahan lahan (CP)

Lereng jalan Banda Aceh-Calang, tutupan lereng jalan terdiri dari tanah perkebunan campuran dengan kerapatan tinggi dengan nilai (0,1) penilaian berdasarkan faktor pengelolaan tanaman (Arsyad, 2010). Lereng penelitian untuk keadaan existing bernilai (0,4)

nilai tersebut merupakan pengolahan lahan dengan teras tradisional berdasarkan teknik konservasi tanah (Arsyad, 1989), ada atau tidaknya aktivitas konservasi dan pengolahan lahan sangat berpengaruh terhadap perkiraan laju erosi.

Perkiraan Laju Erosi (A)

Variasi laju erosi yang didapat dari proses analisis sangat tergantung dari faktor curah hujan yang tinggi, sifat fisis tanah lereng hasil dari uji laboratorium tanah, tanah lereng yang mempunyai tingkat laju erosi yang tertinggi adalah tanah yang banyak mengandung lanau, karena mudah terbawa aliran air hujan.

Perhitungan dengan menggunakan persamaan 2, dapat diperoleh besarnya laju erosi (A) di lereng jalan Banda Aceh–Calang yang terendah adalah di KM.35 (T1) sebesar 319,21 ton/ha/thn atau setara dengan laju pembentukan tanah baru sebesar 29,61 mm/thn, dengan solum tanah yang tererosi >90cm, dan jumlah tanah yang tererosi diantara 180–480 ton/ha/thn, maka untuk KM.35 (T1) termasuk kedalam kelas bahaya erosi tingkat berat.

Sedangkan laju erosi tertinggi di KM.104 (T2), besarnya laju erosi tanah di lereng penelitian adalah 540,50 ton/ha/thn atau setara dengan laju pembentukan tanah baru sebesar 50,14 mm/thn, dengan solum tanah yang tererosi >90cm, dan jumlah tanah yang tererosi diatas 180–480 ton/ha/thn, maka untuk KM.104 (T2) termasuk kedalam kelas bahaya erosi tingkat sangat berat.

Hasil Perhitungan perhitungan indeks nilai laju erosi (A) disajikan dalam Tabel 9.

Bahwa lereng penelitian mengalami kehilangan tanah permukaan per tahun lebih dari batas maksimum yang ditoleransikan hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 3.10, sangat diperlukan metode pengendalian laju erosi untuk lereng demi kenyamanan jalan saat musim hujan.

Kelas Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Nilai TBE yang terjadi dari nilai erosi yang ada, dimana nilai erosi yang dibandingkan dengan nilai erosi yang ditoleransikan (TSL) menghasilkan nilai TBE pada masing–masing lereng tergantung dari jumlah panjang dan kemiringan lereng, penutup lereng, dan tindakan konservasi pengolahan tanah lereng dengan menggunakan persamaan 9. Hasil Perhitungan indeks nilai tingkat bahaya erosi (TBE) disajikan dalam Tabel 10.

Klasifikasi TBE yaitu tingkat bahaya erosi sangat ringan (SR), tingkat bahaya erosi ringan (R), tingkat bahaya erosi sedang (S), sedangkan klasifikasi tingkat bahaya erosi berat (B) di KM.35 (T1) dan klasifikasi tingkat bahaya erosi sangat berat (SB) terdapat di KM.35 (T2), KM.104 (T1), KM.104 (T2), KM.129 (T1), dan KM.129 (T2). TBE pada lokasi pengamatan, faktor dominan yang menyebabkan terjadinya erosi adalah panjang dan kemiringan lereng (LS) dan tingginya fraksi debu 79,96 % dapat dilihat pada hasil analisis laboratorium Tabel 2 dengan kandungan bahan organik (BO) sebanyak 4.93%.

Tabel 9. Hasil Perhitungan Indeks Nilai Erosi (A)

Lokasi	R cm/thn	K	LS	C	P	A (ton/ha/thn)	A (mm/thn)
KM.35 (T1)	1236.7	0.22	26.0	0,1	0,4	319,2	29,6
KM.35 (T2)	1236.7	0.54	19.7	0,1	0,4	523.3	48.6
KM.104 (T1)	1236.7	0.50	16.9	0,1	0,4	417.0	38.7
KM.104 (T2)	1236.7	0.63	17.3	0,1	0,4	540.5	50.1
KM.129 (T1)	1236.7	0.62	15.7	0,1	0,4	480.8	44.6
KM.129 (T2)	1236.7	0.65	16.4	0,1	0,4	525.3	48.7

Sumber : Data hasil perhitungan dan pengamatan lapangan (2016) Banda Aceh.

Tabel 10. Hasil Perhitungan Indeks Nilai Tingkat Bahaya Erosi (TBE)

Lokasi	Erosi (ton/(ha.thn))		TBE	Kriteria TBE
	A	TSL		
KM.35 (T1)	319,21	27	11,82	Berat
KM.35 (T2)	523.26	27	19.38	Sangat berat
KM.104 (T1)	417.04	27	15.45	Sangat berat
KM.104 (T2)	540.50	27	20.02	Sangat berat
KM.129 (T2)	480.77	27	17.81	Sangat berat
KM.129 (T1)	525.31	27	19.46	Sangat berat

Keterangan : (27) nilai laju erosi yang ditoleransikan wilayah Sumatera (Surbakti, 2009).

Sumber : Data hasil perhitungan dan pengamatan lapangan (2016) Banda Aceh.

Faktor Keamanan Lereng (Fs)

Stabilitas lereng adalah mempertahankan kondisi lereng agar tetap stabil atau memperkecil kemungkinan terjadi erosi. Perhitungan faktor keamanan pada lereng penelitian sangat jauh dari ($F_s > 1$) lereng sangat tidak aman.

Hasil evaluasi terhadap faktor keamanan stabilitas lereng (F_s), menunjukkan bahwa pada titik pengamatan di KM.35 (T2) $F_s = 0,287$; KM.104 (T2) $F_s = 0,227$ dan di KM.129 (T2) $F_s = 0,436$; keseluruhan hasil perhitungan terhadap faktor keamanan lereng (F_s) berdasarkan persamaan 2.6 dan persamaan 2.7, untuk 3 titik lokasi penelitian menunjukkan bahwa semuanya berada pada kondisi keamanan lereng tidak stabil/ tidak aman, sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 11.

Dalam melakukan penanganan stabilitas lereng, perlu dilakukan beberapa macam jenis tinjauan seperti bagaimana kondisi topografi, kondisi geologi, kondisi lingkungan, dan kondisi lain yang ada. Sebelum pemilihan

metode stabilisasi dipilih, penyebab ketidakstabilan lereng harus diteliti lebih dahulu, karena sering terdapat lebih dari satu faktor penyebab yang menyebabkan ketidakstabilan lereng.

Untuk menambah stabilitas yaitu dengan cara mengubah bentuk permukaan atau geometri lereng dengan pemotongan (rock removal), memperkuat lereng (reinforcement), mengontrol drainase dan rembesan pada lereng, pembuatan struktur lereng, pembongkaran dan pemindahan tanah lereng yang berpotensi erosi dan perlindungan permukaan lereng baik dengan metode kimiawi, struktur mekanis maupun dengan vegetasi.

Hasil evaluasi terhadap laju erosi (A), Tingkat Bahaya Erosi (TBE) dan faktor keamanan terhadap lereng (F_s), dapat disimpulkan pada Tabel 3.13, keseluruhan hasil perhitungan menunjukkan bahwa laju erosi, TBE dan faktor keamanan, semuanya berada diluar batas standar minimum.

Tabel 11. Hasil Perhitungan Faktor Keamanan (F_s)

Lokasi	γ (gr/cm^3)	C (kN/m^3)	ϕ ($^\circ$)	β ($^\circ$)	H (m)	F_s	Ket Lereng
Perhitungan angka keamanan lereng menerus tanpa rembesan							
KM.35 (T2)	1.078	0.26	16	43	13.2	0.287	tidak stabil
KM.129 (T2)	1.399	0.19	20	38	8.40	0.436	tidak stabil
Perhitungan angka keamanan lereng menerus dengan rembesan							
KM.104 (T2)	1.750	0.41	13.5	37	0.50	0.227	tidak stabil

Sumber : Data hasil perhitungan dan hasil uji triaxial di laboratorium geotek Unsyiah (2016) Banda Aceh.

Tabel 12. Hasil Perhitungan Laju Erosi (A), Tingkat Bahaya Erosi (TBE) dan Angka Keamanan (F_s)

Perhitungan	Lereng			Standar Min
	KM.35	KM.104	KM.129	
Laju erosi (A) (ton/ha/thn)	400,31	478,77	503,04	$\leq 27 - 29$ ton/ha/thn
Tingkat bahaya erosi (TBE)	14,83	17,74	18,64	$\leq 1 - 10,01$
Faktor keamanan lereng (F_s)	0,287	0,227	0,436	$F_s \geq 1$

Sumber : Data hasil perhitungan dan hasil uji di laboratorium geotek Unsyiah (2016) Banda Aceh.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Analisis tingkat bahaya erosi (TBE) diperoleh nilai kriteria TBE tanah di lereng jalan Banda Aceh–Calang, kriteria tingkat bahaya erosi tinggi pada KM.35 (T1) = 11,82; dan kriteria tingkat bahaya erosi sangat tinggi pada untuk KM.35 (T2) 19,384; KM.104 (T1) adalah 15,45; KM.104 (T2) 20,02; KM.129 (T1) 17,81; KM.129 (T2) 19,46.

Faktor keamanan stabilitas lereng (F_s), menunjukkan bahwa pada titik pengujian di KM.35 (T2) $F_s = 0,287$; KM.104 (T2) $F_s = 0,227$ dan di KM.129 (T2) $F_s = 0,436$; keseluruhan dari titik lokasi penelitian menunjukkan bahwa besarnya faktor keamanan lereng terhadap stabilitas lereng memiliki nilai $F_s < 1$, artinya stabilitas lereng tidak aman.

Saran

Diharapkan penelitian ini dijadikan acuan agar lereng di jalan Banda Aceh–Calang bisa lebih diperhatikan tindakan konservasi tanahnya sebelum musim hujan untuk mereduksi erosi dengan metode vegetasi, metode kimiawi dan metode mekanik seperti merubah geometri pada lereng badan jalan,

untuk mengurangi gaya yang menyebabkan gerakan pada lereng.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Arsyad, Sitanala. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Asdak, Chay. 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai UGM*
- Bowles, Joseph E.1993, Sifat – sifat Fisik dan Geoteknis Tanah, Erlangga.
- Das, Braja M, 1994, Mekanika Tanah Jilid II, Erlangga, Jakarta.
- Kasdi Subagyono, Teknologi Konservasi Air pada lahan kering dan berlereng. Balittanah. Litbang. Pertanian.go.id.
- Surbakti, Cory Meiliany 2009. Kajian TBE pada Penggunaan Lahan di Sub DAS Lau Biang, Fakultas Pertanian USU
- Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses – A Guide to Conservation Planning. US Department of Agriculture. Agriculture Handbook No. 537.