

KECEPATAN ALIRAN DEBRIS AKIBAT RUNTUHNYA BENDUNGAN ALAM

Suwardi Salahuddin¹⁾, Farouk Maricar²⁾, Rita Tahir Lopa³⁾, Mukhsan Putra Hatta⁴⁾

¹⁾Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin, Jalan Perintis Kemerdekaan KM-10, Makasar,
Kode Pos 90245

E-mail: suwardi.salahuddin@gmail.com; faroukmaricar@unhas.ac.id;
ritalopa@unhas.ac.id; mukhsan.hatta@unhas.ac.id

Abstract

Natural Dam on Way Ela river was a landslide formation of Ulakhatu mount located at Negeri lima village, Distric Leihutu, Ambon island on 13th July 2012. Slope failure trigger by slide area on the deeper surface structure leading to landslide. That rainfall intensity data along with recurrent period of 100 years of Q_{peak} resulting debit volume of 448.85 m³/d. Furthermore, velocity estimation also showed that on 215,66 elevation high, allowable slope degree of (i) 0,005 %, average width of Way Ela river of 79,97 m and Manning's grain roughness of 0,004 μ m would resulting debris flow velocity of 10.98 m/s, and distance from the landslide centre point to the river mouth was 2,5 km. Those data leading to achieve arrival flow time to the residential area of 3,8 minutes.

Keywords: *Natural Dam, Landslide, Debris, Debit, Flow Velocity*

Abstrak

Terbentuknya Bendungan Alam di sungai Way Ela akibat longsoran gunung Ulakhatu, Desa Negeri lima, Kecamatan Leihutu, Pulau Ambon yang terjadi pada tanggal 13 Juli 2012. Potensi longsoran terjadi akibat curah hujan tinggi dengan periode ulang Q_{100} , volume sebesar 448.85 m³/hr. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kecepatan aliran debris pada saat runtuhnya Bendungan Alam. Perhitungan kecepatan menunjukkan pada elevasi 215,66 m.dpl, dengan kemiringan lereng (i) 0,005 %, lebar rata-rata sungai Way Ela 79,97 m, kekasaran butiran menurut Manning 0,004 μ m, diperoleh kecepatan aliran debris sebesar 10.98 m/dt dan jarak dari titik longsoran ke muara adalah 2,5 Km, waktu kedatangan aliran debris sampai ke pemukiman 3,8 menit.

Kata Kunci: *Bendungan Alam, Longsoran, Debris, Debit, Kecepatan Aliran,*

PENDAHULUAN

Terbentuknya Bendungan Alam di sungai Way Ela akibat longsoran gunung Ulakhatu, Desa Negeri lima, Kecamatan Leihutu, Pulau Ambon, yang terjadi hanya semalam pada tanggal 13 Juli 2012. Waduk alam yang membendung lembah sepanjang sekitar 300 m dengan ketinggian sekitar 200 m dan panjang daerah genangan di hulu hingga sekitar 1.000 m² dan memiliki tampungan maksimal sebesar 87 juta m³ dan volume longsoran diperkirakan mencapai sekitar 10 juta m³.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kecepatan aliran debris pada saat longsoran, dengan mempertimbangkan mekanisme dan penyebab gerakan massa longsor. Hasil kajian disajikan dalam bentuk nilai estimasi koefisien gesek, kecepatan

dan jarak jangkauan longsor yang dapat dijadikan sebagai gambaran untuk evaluasi bahaya longsor di wilayah penelitian maupun dapat digunakan dalam mitigasi bencana

Secara desa Negeri Lima, Kecamatan Leihitu, Kabupaten Maluku Tengah dengan koordinat 3.64 LS 127.98 BT, wilayah lokasi studi yang dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Peta Pulau Ambon

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan berupa kegiatan terhadap hulu sungai dengan melakukan pengukuran kecepatan aliran debris, Pengamatan meliputi analisa Hidrologi, morfometri sungai, Analisa Geografis serta potensi yang mengakibatkan terjadinya debris pada hulu sungai. Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder, dengan teknik pengumpulan data sebagai berikut :

1. Pengumpulan data primer

Teknik pengumpulan data primer dalam penelitian ini meliputi: Observasi , Melakukan pengumpulan data karakteristik sungai, seperti data curah hujan, peta topografi sungai Wai Ela, dan data pendukung geografi, Melakukan wawancara pada warga desa Negeri lima terkait kondisi banjir debris yang pernah terjadi pada DAS Way Ela

2. Pengumpulan data sekunder

Teknik pengumpulan data sekunder dalam penelitian ini berupa data kepustakaan, yaitu pengumpulan data berupa studi literatur berupa jurnal, *text book*, serta

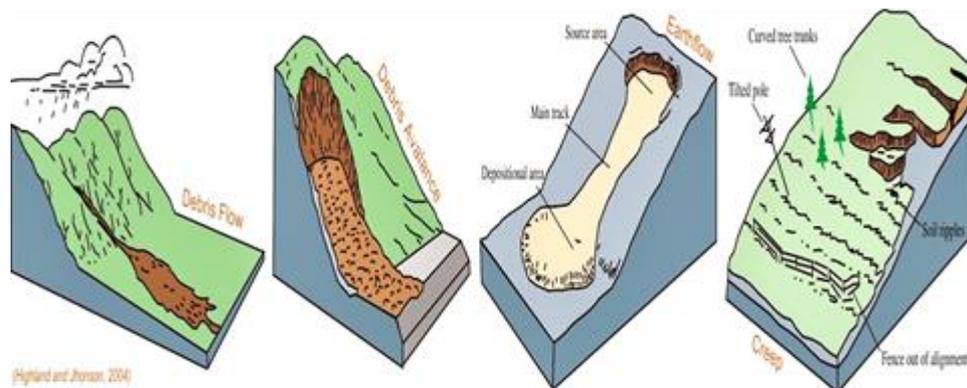
data/dokumen penunjang maupun dokumen lainnya yang terkait dengan masalah yang diteliti. Data curah hujan, geologi umum dan iklim

1. Aliran Debris

Aliran debris adalah aliran air sungai dengan konsentrasi sedimen tinggi pada sungai dengan kemiringan sangat curam. Aliran sungai ini seringkali membawa batu-batu besar dan batang-batang pohon. Aliran debris meluncur dengan kecepatan tinggi, memiliki kemampuan daya rusak yang besar, sehingga mengancam kehidupan manusia, menimbulkan kerugian harta dan benda serta kerusakan lingkungan. Menurut Varnes (1978). Dominasi gaya penyebab pergerakan sedimen berbeda, pergerakan sedimen individu oleh tekanan air dan pergerakan sedimen massa oleh gaya gravitasi. (Takahashi, 2007)

Salah satu bentuk pergerakan aliran debris pada penelitian ini adalah :

- Kemiringan dasar (alur atau lembah) $> 15^\circ$.
- Material di lereng atau lembah pembentuk aliran debris.
- Air dalam jumlah besar yang dapat menjenuhkan deposit material sedimen (H.Kusumosubroto 2012)
- Curah hujan tinggi



Gambar 2. Ilustrasi Pergerakan Aliran Debris

2. Erosi

Ponce (1989) Menyebutkan bahwa sedimen adalah produk disintegrasi dan dekomposisi batuan. Disintegrasi mencakup seluruh proses dimana batuan yang rusak/pecah menjadi butiran-butiran kecil tanpa perubahan substansi kimiawi. Dekomposisi mengacu pada pemecahan komponen mineral batuan oleh reaksi kimia. Dekomposisi mencakup proses karbonasi, hidrasi, oksidasi dan solusi. Sedangkan Erosi adalah peristiwa pengikisan padatan (sedimen, tanah, batuan, dan partikel lainnya) akibat transportasi angin, air atau es karakteristik hujan pada tanah dan material lain di

bawah pengaruh gravitasi. Pada daerah hilir telah terbentuk kipas aluvial berupa sedimentasi material pasir – kerikil dengan morfologi yang datar. Morfologi tersebut menyebabkan aliran sungai bisa berpindah-pindah atau tidak terkendali (braided river). Angkutan sedimen dalam penelitian ini adalah angkutan sedimen dasar (bed load) dan diperoleh dengan menggunakan persamaan (Einstein, 1952).



Gambar 3. Kondisi Aliran debris Pasca Runtuh Bendungan Alam

Keterangan Gambar :

1. Kondisi Bendungan Alam pasca longsoran
2. Aliran debris pada hulu sungai

3. Debit Aliran

Analisis air yang tersedia (*water availability*) Debit (Q) bendungan alam Way Ela didapat dari data curah hujan dengan periode ulang Q_{100} , dan dihitung dengan beberapa metode seperti PMF *Synder-Alexeyev*, GAMA-1 dan Metode PMP Analisis Frekuensi, sehingga diketahui debit banjir untuk selanjutnya menjadi suatu data penunjang dalam menghitung kecepatan aliran debris. Pada lokasi longsor dengan ketinggian H bergerak massa debris di atas bidang gelincir. Dengan mengacu pada hukum kesetimbangan energi, untuk menghasilkan jari – jari hidrolis dengan metode (Chezy, 1769) Berikut ini Persamaan luas penampang basah

$$A_e = (b + m.h) h \quad (1)$$

Dengan :

- A_e = Luas Penampang basah
- b = Lebar sungai
- m = Kemiringan Sungai
- h = Kedalam air

Keliling basah saluran

$$P = b + 2h \sqrt{(1 + m^2)} \quad (2)$$

Dengan :

- P = Keliling basah
 b = Lebar sungai
 m = Kemiringan Sungai
 h = Kedalam air

Jari – jari hidrolis

$$R = A_e/P \quad (3)$$

Dengan ..

- R = Jari – jari Hidraulik
 A_e = Luas tampang basah
 P = Keliling basah

Penurunan rumus dari Terzaghi (1995) berdasarkan metode kekasaran Manning (1889) didapatkan persamaan kecepatan aliran sebagai berikut

$$V = 1/n (R)^{2/3} (i)^{1/2} \quad (4)$$

Dengan :

- V_d = Kecepatan aliran debris
 n = Kekasaran Manning
 h_d = Kedalaman aliran debris
 I = Kemiringan dasar sungai

HASIL DAN PEMBAHASAN

M. Takhisha, 2008 Pada umumnya massa longsor yang bergerak pada bidang gelincir diakibat oleh adanya gaya tarik gravitasi bumi dan komponen gaya berat yang sejajar permukaan bidang miring. Kondisi debit banjir pada saat Bendungan Alam runtuh diperiksa dengan Hidrograf Satuan Sintetis. Adalah data hujan harian dari stasiun hujan Pattimura antara tahun 1981 sampai dengan tahun 2013. Debit banjir rencana PMF berdasarkan PU, dan debit rencana PMF metode Hersfield. Nilai debit banjirnya pada saat kondisi normal adalah sebagai berikut :

Tabel 1.
 Debit banjir PMF dari berbagai hidrograf dengan PMP Hersfield (R = 1765,84 mm)

PMP (Hersfield)	HMS- Snyder	Snyder- Alexeyev	Nakayasu	SCS	HSS ITB 1	HSS ITB 2	GAM A-1	Rasional
Q _{puncak} (m ³ /s)	612.20	742.92	917.07	574.65	340.96	461.77	826.8	1216.12

Tabel 2.
Debit banjir PMF dari berbagai hidrograf dengan PMP Isohyet PU (R = 800 mm)

PMP Log-Pearson 3	HMS- Snyder	Snyder- Alexeyev	Nakayasu	SCS	HSS ITB 1	HSS ITB 2	GAMA- 1	Rasional
Q_{puncak} (m ³ /s)	437.10	530.46	654.81	410.31	243.45	329.72	499.7	868.34

Tabel 3.
Perbandingan Debit Puncak dengan Metode Creager

Metode PMP	Metode	Q_{puncak} (m ³ /s)
PMP Hersfield	Snyder-Alexeyev	742.92
	GAMA-1	826.8
PMP Analisis Frekuensi	Snyder-Alexeyev	448.85
	GAMA-1	499.7
PMP Isohyet PU	Snyder-Alexeyev	336.5
	GAMA-1	374.6
Syarat	<i>Creager Method</i>	425.02

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, metode yang memenuhi syarat adalah debit PMF *Snyder-Alexeyev* dan GAMA-1 dari Metode PMP Analisis Frekuensi yang digunakan adalah 448.85 m³/dt. Pada tabel 8 bisa dilihat karakteristik sungai Way Ela pada saat runtuhnya Bendungan Alam.

Tabel 4.
Karakteristik Way Ela

Parameter	Volume/Satuan
Luas DAS (sampai ke dam alam)	12,33 km ²
Panjang sungai dari hulu ke dam	7,44 km
Panjang sungai dari dam ke muara	3,35 km
Lebar sungai	79.97 m
Kemiringan hulu ke awal genangan	0,12
Kekasaran Manning	0.040
Kemiringan awal genangan ke dam	3,36 . 10 ⁻²
Kapasitasi debit emergency saat runtuh (Q_{100})	448.85 m ³ /dt
Curah hujan saat runtuh	432 m
Parameter	Volume/Satuan
Elevasi puncak dam yang runtuh	+215,66 m
Panjang longsoran tebing	1.200 m
Bentang puncak bukit terbenjung	300 m
Luas genangan	45,27 ha
Lebar genangan rata-rata	300 m

Perhitungan untuk mengetahui luas penampang basah berdasar persamaan (1) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} A_e &= (b + m.h)h \\ &= (79.97 + (0.12 \times 24)) \times 24 \\ &= 1.988 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan untuk mengetahui keliling basah berdasar persamaan (2) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \sqrt{(1 + m^2)} \\ &= 79.97 + 2(24)\sqrt{(1 + (0.12)^2)} \\ &= 128.31 \text{ m} \end{aligned}$$

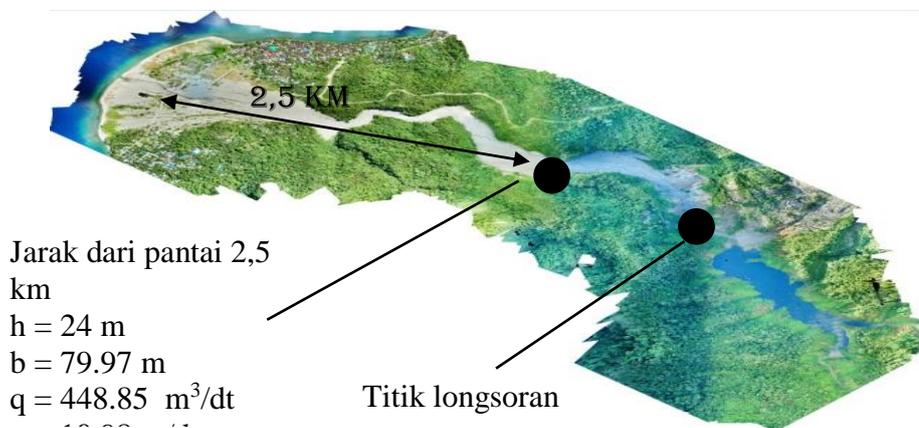
Perhitungan untuk mengetahui jari – jari hidraulis berdasar persamaan (3) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} R &= A_e/P \\ &= 1.988/128.31 \\ &= 15.49 \text{ m} \end{aligned}$$

Perhitungan untuk mengetahui kecepatan aliran dengan metode (Terzaghi, 1995) berdasar persamaan (4) sebagai berikut :

$$\begin{aligned} V &= 1/n (R)^{2/3} (i)^{1/2} \\ &= 1/0.040 (15.49)^{2/3} (0.005)^{1/2} \\ &= 10.98 \text{ m/d} \end{aligned}$$

Diperoleh hasil perhitungan kecepatan aliran debris 10.98 m/dt yang berada pada elevasi maksimum 215.66 m.dpl



Gambar 4. Analisa Profil Aliran Debris Way Ela

SIMPULAN

Curah hujan pada saat runtuhnya bendungan alam sebesar 432 mm yang menghasilkan debit sebesar 448,35 m³/dt. Kecepatan longsor yang diamati menunjukkan bahwa massa longsor bergerak mengikuti alur sungai, kemudian membentuk aliran debris yang dipicu oleh hujan lebat dari lokasi longsoran hingga ke

muara dengan kecepatan konstan 10,98 m/dt. Hal ini menunjukkan bahwa turunan dari kecepatan sangat cepat di sekitar titik-titik lintasan ini, dan selanjutnya mendorong material yang ada di depannya untuk bergerak menuruni lereng. Potensi aliran debris masih sangat mungkin terjadi, hasil perhitungan ini diharapkan menjadi acuan dalam mitigasi bencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow, V. T. Open-Channel Hydraulics. Tokyo: Kogakusha Company & McGraw-Hill Book Company. (1959)
- Eilrtsen, R.S, dan Hansen L. (2007). Morphology of River Bed Scours on Delta Plain Revealed by Interferometric Sonar. *Geomorphology*, Vol: 94, hal: 58- 68.
- Highland and Johnson. (2004), Landslides Types and Processes, *Jurnal*
- Haryono Kusumosubroto. (2012), Aliran Debris dan Lahar Pembentukan, Pengaliran, Pengendapan, dan Pengendaliannya, Edisi Pertama, Graha Ilmu
- Maricar F, Hashimoto H, Ikematsu S, Miyoshi T. (2011), Effect Of Two Successive Check Dams On Debris Flow Desposition
- Mizuyama Takahisa. (2008), Structural response to debris flow disaster, Kyoto University, *Jurnal*
- Rustan Acep. (2011), Pemodelan aliran debris untuk analisa potensi longsoran, studi : Pengunungan Fiswhak, California, Institut Teknologi Bandung, *Jurnal*
- Takahashi. (2007), Debris flow test equipment in Japan from publication: Analysis of Erosion in Debris Flow, *Jurnal*
- Varnes, D.J, (1978). Slope Movement Types and Processes. In : *Landslides : Analysis and Control* Transportation Research Board, 176 PP
- Victor Miguel Ponce. (1989). *Engineering Hydrology: Principles and Practices*