

Pengolahan Data Digital Elevation Model untuk Pembuatan Peta Aliran Debris pada Sungai Palung Pulau Lombok Provinsi Nusa Tenggara Barat

Noviardi¹, Muhammad Fatih Qodri¹, Al Hussein Flowers Rizqi¹

¹ Jurusan Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Korespondensi : fatihqodri@itny.ac.id

ABSTRAK

Aliran debris adalah salah satu tipe gerakan massa yang terjadi dimana kombinasi tanah gembur, batuan, bahan organik, udara, dan air bergerak mengalir menuju lereng. *Debris flow* biasanya terjadi disebabkan oleh aliran air permukaan yang intens, karena curah hujan yang deras, yang mengikis dan memobilisasi tanah atau batuan yang gembur di lereng yang curam. Dalam beberapa tahun terakhir, bencana alam aliran debris sudah pernah terjadi di Kabupaten Lombok yang menyebabkan banyak korban jiwa serta kerusakan infrastruktur. Metode yang digunakan pada permodelan ini dihasilkan dari pengolahan data *Digital Elevation Model* (DEM) yang dikorelasikan dengan beberapa parameter seperti volume, friksi, dan lain-lain. Selanjutnya, Parameter yang sudah ditentukan disimulasikan menggunakan aplikasi RAMMS. Hasil permodelan ini berupa data-data numerik dan peta zonasi daerah rawan aliran debris. Penelitian ini diharapkan bisa menjadi salah satu upaya dalam memitigasi bencana aliran debris disekitar DAS Palung Kabupaten Lombok, Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Kata kunci: aliran debris, permodelan, RAMMS, Sungai Palung.

ABSTRACT

Debris flow is one type of mass movement that occurs where a combination of loose soil, rock, organic materials, air, and water moves down to a slope. Debris flow usually occurs due to intense surface water flow and heavy rainfall, which erodes and mobilizes loose soil or rock on steep slopes. In the last decade, debris flow disaster have occurred in Lombok Regency which caused many casualties and infrastructure damage. The method used in this modeling is generated from the processing of the Digital Elevation Model (DEM) data which is correlated with several parameters such as volume, friction, etc. Furthermore, the parameters determined are simulated using the RAMMS application. The results of this modeling are numerical data and zonation maps of debris flow prone areas. This Research is expected to be an effort to mitigate debris flow disasters around the Palung watershed, Lombok Regency, West Nusa Tenggara Province.

Keyword : debris flow, modeling, RAMMS, Palung Watershed.

1. PENDAHULUAN

Aliran debris adalah fenomena yang terjadi, ketika percampuran air, lumpur, dan kerikil sampai bongkah mengalir dengan kecepatan tinggi menuruni lereng [1]. Aliran ini memiliki viskositas dan kecepatan yang tinggi, sehingga bersifat sangat merusak karena mengangkut material yang dilalui di sepanjang sungai sehingga volume dan energinya kian meningkat. Oleh karena itu, aliran debris dapat merusak infrastruktur dan mengakibatkan jatuhnya korban jiwa.

Secara administrasi DAS Palung terletak di Kabupaten Lombok Timur. Luas DAS Palung adalah 12.712,13 ha. Bentuk lahan DAS Palung didominasi oleh dataran vulkanik bergelombang dengan bukit-bukit kecil pada daerah kering seluas 8.551,78Ha (67,27 %). Topografi DAS Palung dibagi menjadi kelas lereng datar seluas 29,82 ha, landai seluas 3.431,56 ha, agak miring seluas 4.791,23 ha, miring seluas 2.880,30 ha, agak curam seluas 658,34 ha, dan sangat curam seluas 138,98 ha [2]. [3] dalam penelitiannya menyatakan curah hujan di provinsi Nusa Tenggara Barat mencapai 676 mm/tahun sehingga debit sungai mencapai 2838 m³/s. Permasalahan utama yang dihadapi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) di Provinsi Nusa Tenggara Barat adalah pengolahan tata guna lahan yang kurang baik yang menyebabkan kurangnya daerah resapan air hujan dan meningkatkan aliran air permukaan sehingga kemungkinan bencana banjir dan tanah longsor semakin tinggi.

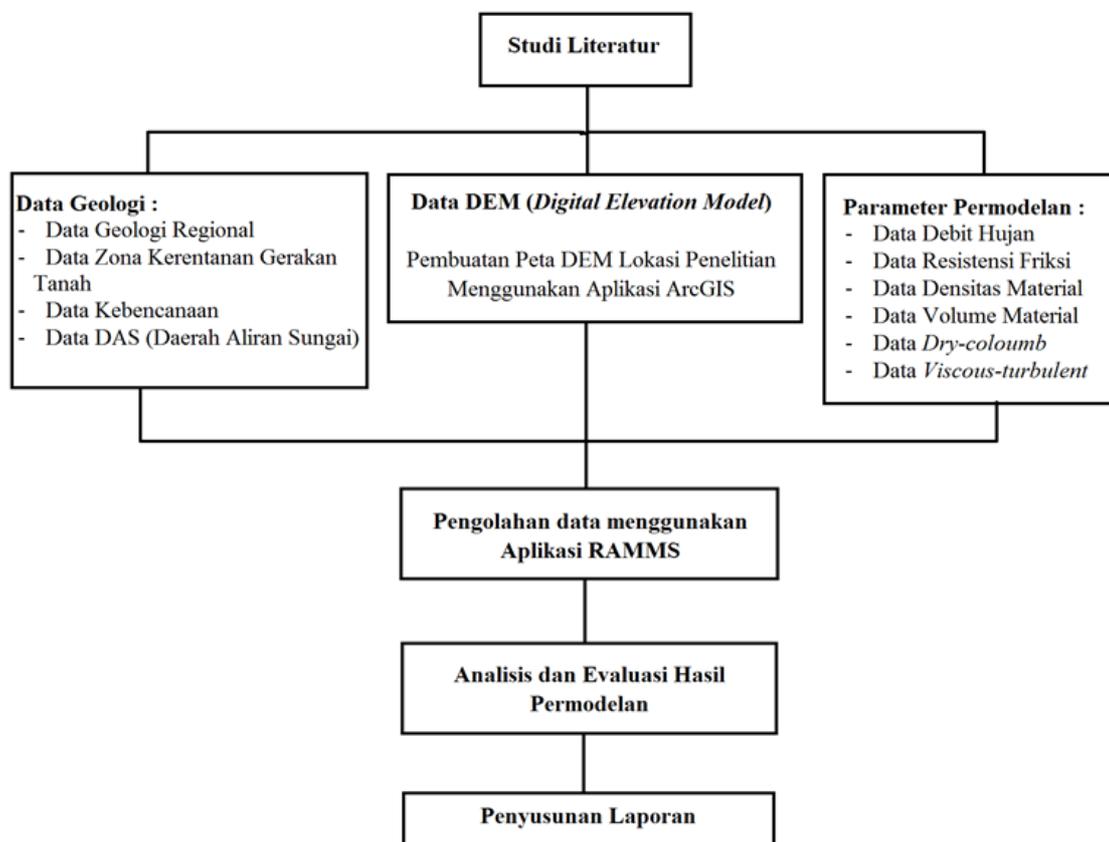
[2] mengatakan bahwa Penggunaan lahan di DAS Palung didominasi oleh sawah seluas 3.677,20 ha (28,93%), pertanian lahan kering campur semak seluas 2.871,01 (22,58%), dan pertanian lahan kering seluas

2.527,09 (19,88%), yang menyebabkan DAS Palung tidak mampu menyerap air hujan dengan baik ketika intensitas hujan sedang tinggi.

Permasalahan ini yang menjadi kajian peneliti untuk melakukan permodelan aliran debris di DAS Palung kabupaten Lombok Timur provinsi Nusa Tenggara Barat, dengan harapan dapat menjadi salah satu kajian dalam memitigasi bencana aliran debris [4]. (Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah (1) untuk membuat sebuah model bencana aliran debris berdasarkan pengolahan Digital Elevation Model (DEM) (2) untuk membuat peta zonasi dari area yang terdampak bencana aliran debris. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu kajian dalam memitigasi bencana aliran debris di daerah DAS Palung di Kabupaten Lombok Timur, Provinsi Nusa Tenggara Barat.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah dengan melakukan studi literatur untuk menentukan Daerah Aliran Sungai (DAS) yang berpotensi terjadi bencana aliran debris yang kemudian dijadikan lokasi penelitian yaitu DAS Palung. Setelah itu dilakukan pembuatan peta Topografi serta peta Digital Elevations Model (DEM) lokasi penelitian menggunakan aplikasi ArcGIS. Data yang digunakan dalam pembuatan peta dapat diunduh disitus Geospasial (<http://tanahair.indonesia.go.id>), termasuk data shapefile administrasi perkabupaten dan data DEM yang digunakan (Gambar 1).



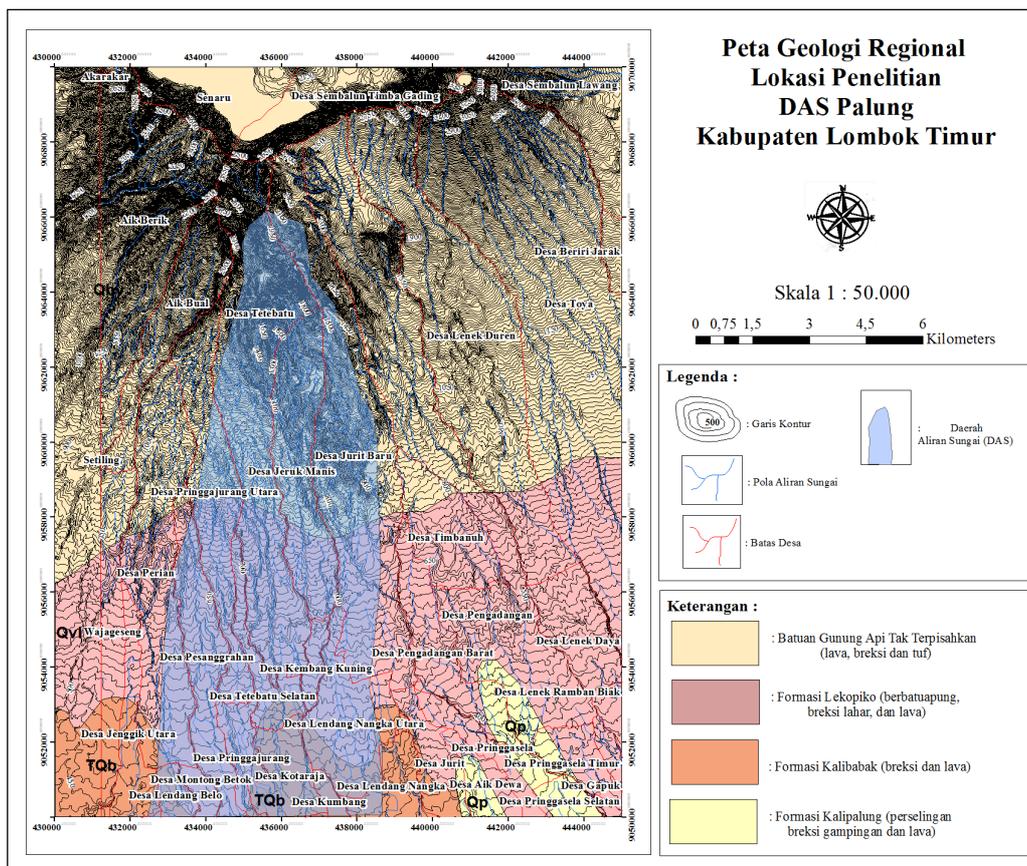
Gambar 1. Diagram Alir Metode Penelitian

Kemudian hasil pengolahan pada aplikasi ArcGIS yang berupa peta DEM lokasi penelitian, diinput ke aplikasi RAMMS untuk dilakukan permodelan aliran debris. Pengolahan dalam aplikasi RAMMS ini juga melalui beberapa tahap, mulai dari input data DEM, melakukan kalkulasi parameter yang digunakan (seperti μ (*dry-Coulomb type friction*), ξ (*viscous-turbulent friction*), Debit hujan, Volume material, dll.), lalu dilakukan *processing* yang membentuk sebuah simulasi aliran debris. Kemudian hasil dari pengolahan data ini berupa Peta Kerentanan Aliran Debris yang akan ditampilkan dengan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah lokasi penelitian untuk membuktikan hubungan antara gerakan tanah dengan aliran debris tersebut.

Beberapa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Geologi Regional Lokasi Penelitian

Berdasarkan Peta Geologinya (modifikasi dari [5]) (Gambar 2), terlihat bahwa DAS Palung masuk kedalam beberapa formasi, diantaranya (1) Batuan Gunung Api Tak Terpisahkan (Qhv) dengan umur Quarter, formasi ini berisi beberapa satuan batuan berupa lava, breksi dan tuf yang berasal dari Gunung Pusuk, Gunung Nangi, dan Gunung Rinjani. (2) Formasi Lekopiko (Qv1), formasi ini berisi beberapa satuan berupa tuf berbatuapung, breksi lahar, dan lava. (3) Formasi Kalibabak (TQb), formasi ini berisi dua satuan yaitu breksi dan lava. (4) Formasi Kalipalung (Qp/TQp), formasi ini berisi dua satuan yaitu berupa perselingan breksi gampingan dan lava. DAS Palung memiliki pola aliran sungai dendritik dibagian hulu sungainya, pola ini berbentuk menyerupai cabang-cabang pohon. Pola pengaliran ini mencerminkan resistensi batuan atau homogenitas tanah yang seragam.



Gambar 2. Peta Geologi Regional Lokasi Penelitian DAS Palung Kabupaten Lombok Timur, Skala 1 : 50.000 (Modifikasi [5])

b. Zona Kerentanan Gerakan Tanah Lokasi Penelitian

Berdasarkan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Provinsi Nusa Tenggara Barat [6] (Gambar 3), lokasi penelitian mempunyai tiga tipe zona kerentanan gerakan tanah, mulai dari yang kuat, sedang, dan rendah. Ditandai dengan perbedaan warna pada peta. Warna ungu mewakili zona kerentanan gerakan tanah tinggi, Warna kuning mewakili zona gerakan tanah menengah, Warna hijau muda mewakili zona gerakan tanah rendah.

c. Digital Elevation Model (DEM) Lokasi Penelitian

Digital Elevation Model (DEM) adalah sebuah bentuk penyajian data ketinggian permukaan bumi secara digital (3D). Peta DEM lokasi penelitian ini yang akan diolah dan dikorelasikan dengan beberapa parameter dalam aplikasi *Rapid Mass Movement Simulation* (RAMMS) yang kemudian akan menghasilkan sebuah simulasi aliran debris (Gambar 4).

RAMMS (*Rapid Mass Movement Simulation*) adalah perangkat lunak untuk pemodelan numerik dinamik yang didesain awalnya untuk pemodelan longsoran salju (*snow avalanches*) yang kemudian

diaplikasikan untuk pemodelan aliran massa yang lain seperti lahar dan aliran debris [7] RAMMS dikembangkan oleh tim ahli dari *WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF* dan *The Swiss Federal Institute for Forest, Snow, and Landscape Research WSL*. Model RAMMS sudah digunakan di Swiss dan belahan dunia lain untuk analisis bahaya *debris flow* dan membantu mendesain mitigasi bencana. RAMMS menggunakan model kontinum aliran fluida Voellmy-Salm [8], model ini membagi resistansi friksi menjadi dua yaitu *dry-Coulomb type friction* yang berskala dengan tegangan normal dan *viscous-turbulent friction*. Sehingga persamaan friksi S (Pa) menjadi :

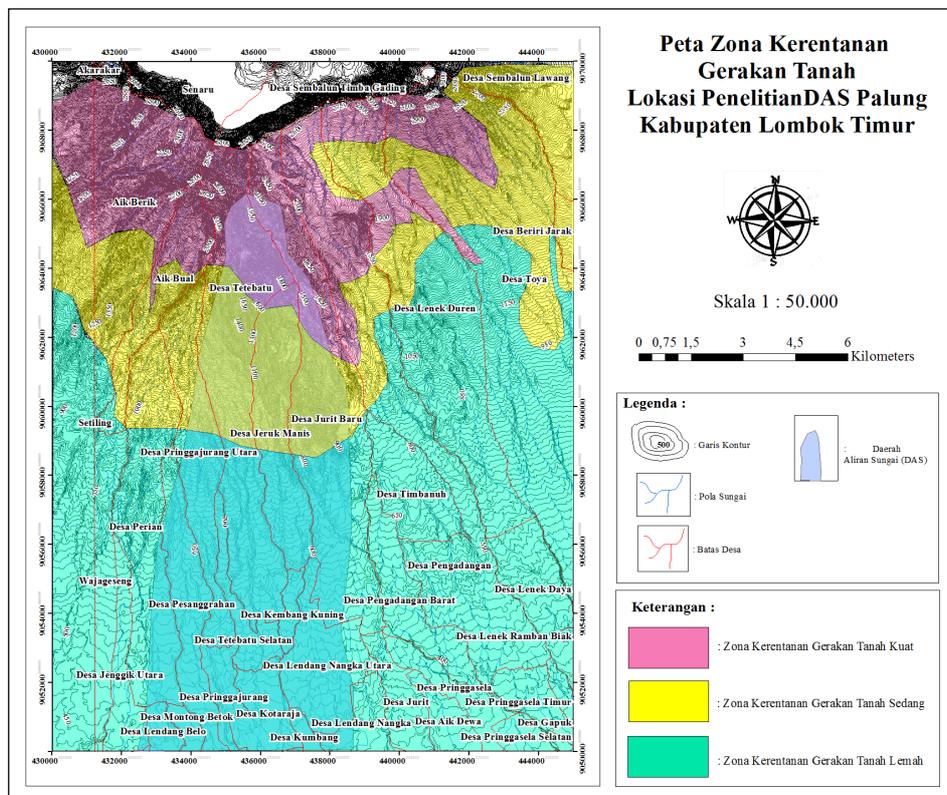
$$S = \mu N + (1 - \mu)C - (1 - \mu)C \exp\left(\frac{-N}{C}\right) + \frac{\rho g U^2}{\xi} \quad (1)$$

(Keterangan : ρ = Berat jenis aliran, θ = Sudut kelerengan, H = Tinggi aliran, U = Kecepatan aliran, C = Kohesi)

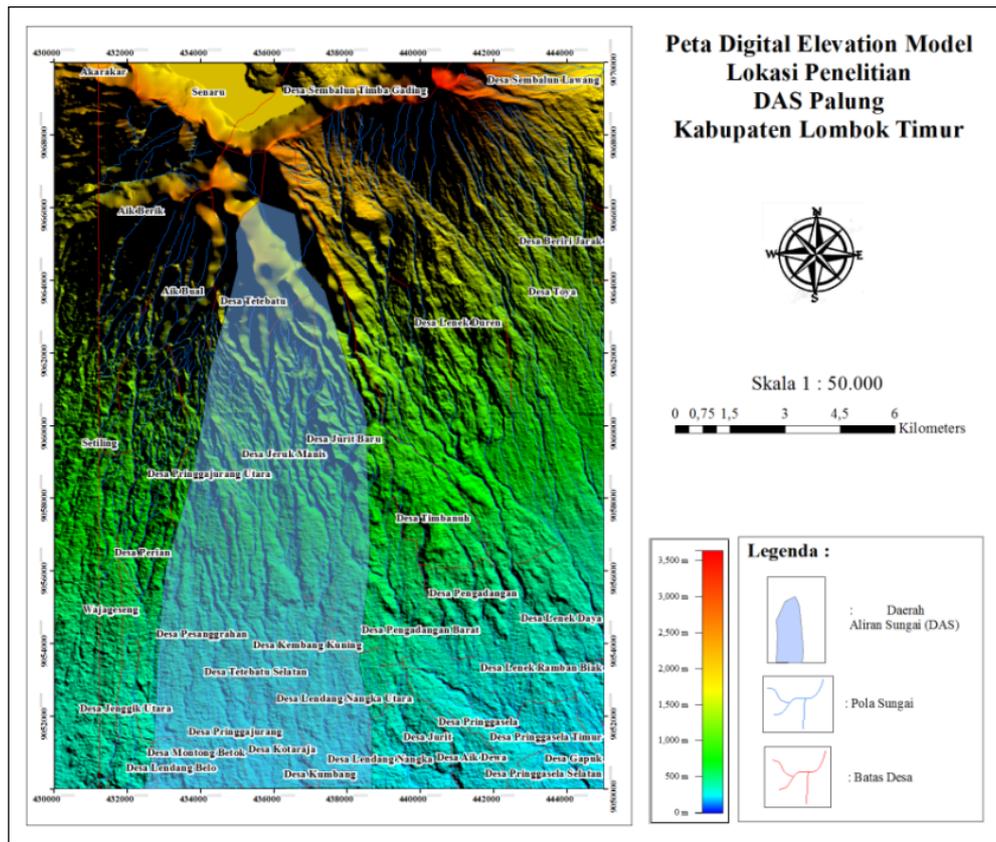
Input data RAMMS meliputi data DEM, daerah Pelepasan, parameter gesekan, volume, dan beberapa parameter lain (debit aliran, kecepatan, dan kohesi) (Tabel 1).

Tabel 1. Parameter yang digunakan

Parameter	Nilai	Sumber
Waktu Simulasi	1000 s	[8]
DEM	8,29 m	[9]
Densitas	2000 kg/m ³	[10]
Debit hujan	2838 m ³ /s	[3]
Volume Material	1000.000 m ³ ,	[10]
	2000.000 m ³ ,	
	3000.000 m ³	
ξ	700 m/s	[11]
μ	0.01	[12]
Release	Block Release	[13]



Gambar 3. Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah Lokasi Penelitian DAS Palung Kabupaten Lombok Timur, Skala 1 : 50.000 (Modifikasi dari Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral, 2009)

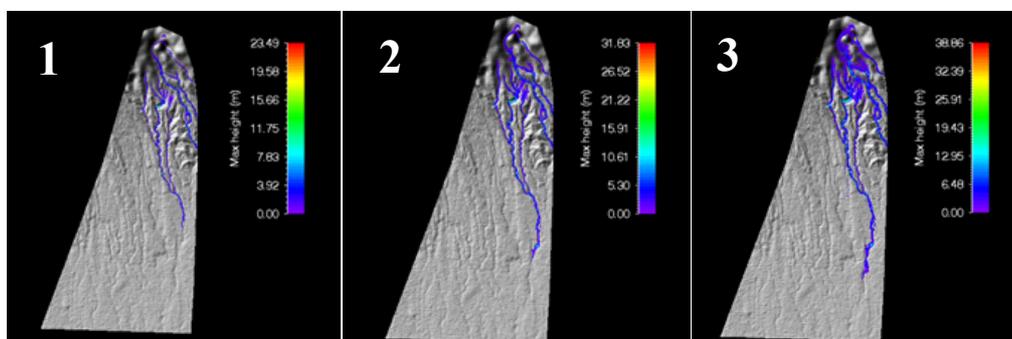


Gambar 4. Peta *Digital Elevation Model* (DEM) Lokasi Penelitian DAS Palung Kabupaten Lombok Timur, Skala 1: 50.000

3. HASIL DAN ANALISIS

Berdasarkan data geologinya, DAS Palung masuk kedalam tiga formasi (Qhv, Qvl, dan TQb), dengan hulu sungai berada pada formasi Qhv (Batuan Gunung Api Tak Terpisahkan) dengan resistensi batuan yang sama. Kemudian berdasarkan Peta Kerentanan Gerakan Tanahnya, diketahui bahwa hulu sungainya memiliki kerentanan gerakan tanah yang tinggi. Hulu sungai berada pada morfologi yang terjal, sehingga longsor dapat sering terjadi, yang kemudian material longsor tersebut menyebabkan penyumbatan pada DAS bagian hulu hingga tengah, sehingga ketika intensitas hujan tinggi akan memicu terbentuknya aliran debris.

Permodelan aliran debris yang dilakukan di DAS Palung menggunakan tiga input volume material yaitu volume 1.000.000 m³, 2.000.000 m³ dan 3.000.000 m³, yang dikorelasikan dengan beberapa input parameter lainnya (Tabel 1). Ketiga volume ini menunjukkan hasil yang selalu *overflow*.



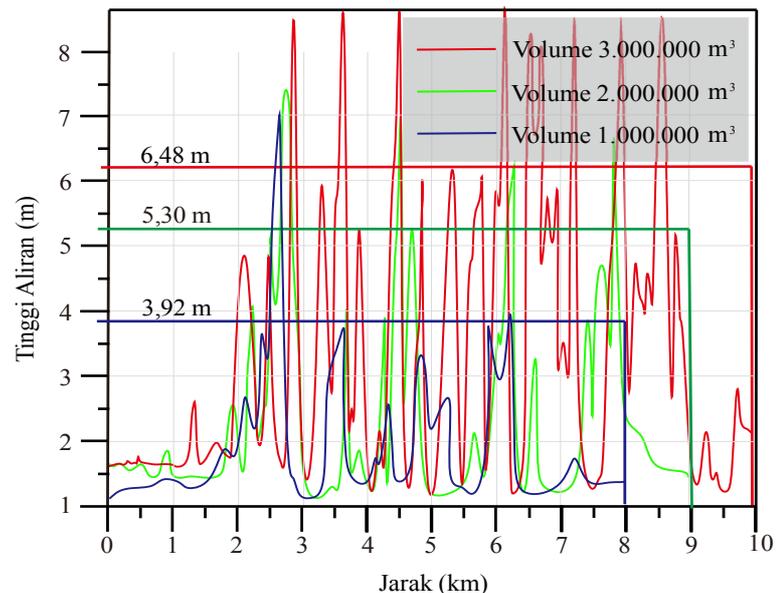
Gambar 5. Hasil Permodelan Aliran Debris DAS Palung dengan volume 1.000.000 m³ (1), 2.000.000 m³ (2), 3.000.000 m³ (3)

Berdasarkan hasil permodelannya (Gambar 5), Pada input volume 1.000.000 m³, diketahui kecepatan aliran maksimal 23,11 m/s, discharge aliran sebesar 7.160,70 m³/s dan tekanan maksimal 1.162,5 kpa, menghasilkan final outflow volume sebesar 465.723 m³. Pada input volume 2.000.000 m³, diketahui kecepatan aliran maksimal 30,6 m/s, discharge aliran sebesar 24.456,93 m³/s dan tekanan maksimal 1.875,5 kpa, menghasilkan final outflow volume sebesar 863.800 m³. Pada input volume 3.000.000 m³, diketahui kecepatan aliran maksimal 34,7 m/s, discharge aliran sebesar 32.967,93 m³/s dan tekanan maksimal 3.417,7 kpa, menghasilkan final outflow volume sebesar 1.280.290 m³.

Berdasarkan grafik hasil permodelannya (Gambar 6), diketahui bahwa pada input volume 1.000.000 m³ panjang landaan mencapai 8 km dari titik area pelepasan material, dengan ketinggian aliran rata-rata 3,92 m. Pada input volume 2.000.000 m³ panjang landaan mencapai 9 km dari titik area pelepasan material, dengan ketinggian aliran rata-rata 5,30 m. Pada input volume 3.000.000 m³ panjang landaan mencapai 10 km dari area pelepasan material, dengan ketinggian aliran rata-rata 6,48 m. Data hasil permodelan dapat dilihat pada Tabel 2.

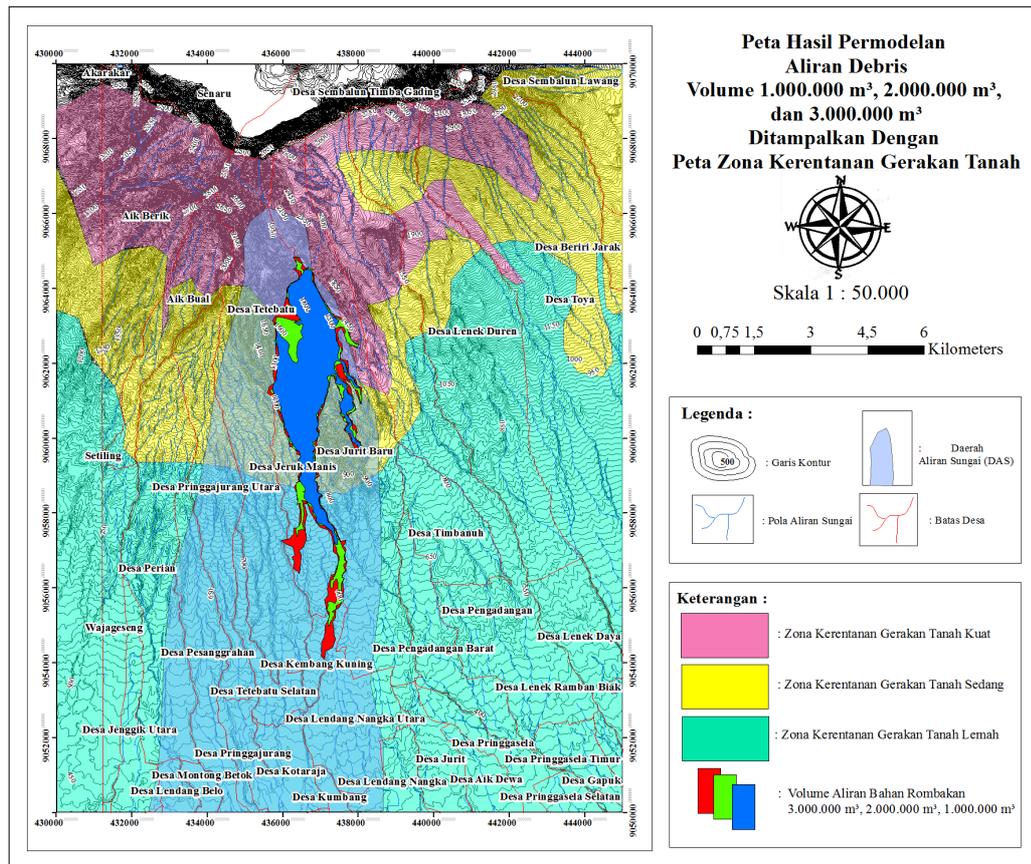
Tabel 2. Hasil Permodelan Aliran Debris

Volume	Jarak (km)	Kecepatan (m/s)	Tekanan (Kpa)	Discharge (m ³ /s)	Rata-rata Tinggi Aliran (m)	Outflow (m ³)
1.000.000 m ³	8	23,11	1.162,5	7.160,70	3,92	465.723
2.000.000 m ³	9	30,6	1875,5	24.456,93	5,30	863.800
3.000.000 m ³	10	34,7	3.417,7	32.967,93	6,48	1.280.290



Gambar 6. Grafik rata-rata tinggi aliran hasil Permodelan

Kemudian hasil permodelan ini ditampilkan dengan peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah lokasi penelitian (Gambar 7). Dari permodelan tersebut dapat dilihat terdapat beberapa desa yang terdampak aliran debris, yaitu Pada input volume 1.000.000 m³ terdapat dua desa yang terdampak yaitu Desa Jeruk Manis dan Desa Jurit Baru. Pada input volume 2.000.000 m³ terdapat tiga desa yang terdampak yaitu Desa Jeruk Manis, Desa Jurit Baru, dan sedikit Desa Kembang Kuning. Pada input volume 3.000.000 m³ terdapat empat desa yang terdampak yaitu Desa Jeruk Manis, Desa Jurit Baru, Desa Kembang Kuning dan Desa Telebatu.



Gambar 7. Peta Hasil Permodelan Aliran Debris Volume 1.000.000 m³, 2.000.000 m³, dan 3.000.000 m³, yang ditampilkan dengan Peta Zona Kerentanan Gerakan Tanah lokasi penelitian

4. KESIMPULAN

Setelah dilakukan permodelan lokasi penelitian yaitu DAS (Daerah Aliran Sungai) Palung Kabupaten Lombok Timur, dapat diketahui bahwa aliran debris yang terjadi dapat melanda sejauh ± 10 km dengan ketinggian aliran rata-rata mencapai 6,40 m pada volume 3000.000 m³, melanda sejauh ± 9 km dengan ketinggian aliran rata-rata mencapai 5,30 m pada volume 2.000.000 m³, dan melanda sejauh ± 8 km dengan ketinggian aliran rata-rata mencapai 3,92 m pada volume 1.000.000 m³. Hasil ini berkorelasi dengan penelitian oleh Qodri (2021) yang dihasilkan kesimpulan yang relatif sama.

Kemudian juga dapat disimpulkan bahwa lokasi penelitian memiliki tingkat kerentanan bencana aliran debris yang tinggi. Dapat dilihat pada peta hasil permodelan, terdapat dua desa yang terdampak berat oleh bencana ini, yaitu Desa Jeruk Manis dan Desa Jurit Baru, dan terdapat dua desa yang terdampak ringan yaitu Desa Kembang Kuning dan Desa Telebatu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan penuh hormat, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Kampus Institut Teknologi Nasional Yogyakarta yang telah memberikan dukungan secara fisik maupun non-fisik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Varnes, D. J., 1978. *Slope movement types and processes*. Special report, 176, 11-33.
- [2] Pramono, I.B. dan Savitri. E., 2017. Evaluasi Tata Air Das Palung, Pulau Lombok, Nusatenggara Barat. *Prosiding Seminar Nasional Geografi*. Universitas Muhammadiyah, Surakarta.
- [3] Hidayani, N., 2015. Pemetaan Rawan Banjir Bandang Daerah Aliran Sungai Sambelia Kecamatan Sambelia Kabupaten Lombok Timur NTB. *Doctoral dissertation*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

- [4] Qodri, M. F., Noviardi, N., & Mase, L. Z. (2021, September). Numerical Modelling Based on Digital Elevation Model (DEM) Analysis of Debris Flow at Rinjani Volcano, West Nusa Tenggara, Indonesia. In *Journal of the Civil Engineering Forum* (Vol. 7, No. 3, pp. 279-288).
- [5] Mangga, S., Atmawinata, S., Hermanto, B., Setyogroho, B. dan Amin, T.C., 1994. *Peta Geologi Lembar Lombok, Nusa Tenggara*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Indonesia.
- [6] Badan Informasi Geospasial (BIG). Geospasial Untuk Negeri. Available at: <http://tanahair.indonesia.go.id>. [Diakses pada 1 Maret 2021].
- [8] Bartelt, P., Bühler, Y., Christen, M., Deubelbeiss, Y., Graf, C., Mc Ardell, B. W., and Schneider, M., 2015. *RAMMS-DF User Manual*. WSL Institute for Snow and Avalanche Research SLF, Davos, Birmensdorf, Switzerland.
- [9] Salm, B., 1993. *Flow transition and runout distances of flowing avalanches*. In: *Annals of Glaciology* 18, 221-226.
- [10] Ayotte, D. and Hungr, O., 2000. *Calibration of a runout prediction model for debris-flows and avalanches*. In *Debris-flow hazards mitigation: mechanics, prediction, and assessment* (pp. 505-514).
- [11] Kristiawan, Y. dan Sumaryono, S., 2020. Pemodelan Aliran Bahan Rombakan di Kecamatan Sambelia, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 11, 49-62.
- [12] Julaydi, A., 2015. *Data dan Informasi Pengelolaan Sumber Daya Air WS Lombok dan WS Sumbawa*. Kepala Balai Wilayah Sungai Nusa Tenggara I, Nusa Tenggara Barat
- [13] Christen, M., Kowalski, J. and Bartelt, P., 2010. *RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain*. *Cold Regions Science and Technology*, 63(1), pp. 1–14.