

## **PEMETAAN POTENSI BAHAYA LONGSOR DI DAS MANIKIN DENGAN MENGGUNAKAN ANALISIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS**

**Yofris Puay<sup>\*)</sup>, Luisa Moy Manek, Melkianus Pobas, Yakub Benu, Emi Renoat dan Yudhistira A.N. R. Rua Ora**

Jurusan Kehutanan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang,  
Jl. Prof. Dr. Herman Yohanes Lasiana Kupang P.O.Box. 1152, Kupang-85011  
Korespondensi: [yofrispuay@gmail.com](mailto:yofrispuay@gmail.com)

### **ABSTRAK**

*This research was conducted in order to understand the potential of landslide hazards in the Manikin Watershed and to map the slide hazards so that it can be used as a reference in conducting landslide disaster mitigation. The method used was scoring which was based on the Regulation of Minister of Public Works Number 22 /PRT/M/2007 about Guidelines for Spatial Planning for Landslide Disaster Prone Areas, and the parameter used were soil type, geological formation, rainfall, land use and slopes. The results of the research showed that the landslide potential in the Manikin Watershed is dominated by Low Landslide Class which is 6,924.703 Ha in area or 54.912 %. The next is Medium Landslide Class which covering an area of 3,881.911 Ha or 30.783%, the High Landslide Class covering an area of 1,758.058 Ha or 13.941%, and the Very High Landslide Class covering an area of 45.96 Ha or 0.364%.*

**Keywords:** *Mapping, Landslide, Manikin Watershed, Geographic Information System (GIS)*

### **PENDAHULUAN**

Tanah longsor merupakan salah satu jenis gerakan massa tanah atau bebatuan, ataupun percampuran keduanya yang menuruni atau keluar dari lereng akibat dari terganggunya kestabilan tanah atau batuan penyusun lereng tersebut (UU No. 24 Tahun 2007). Tanah Longsor merupakan salah satu bencana yang mematikan di Indonesia sampai dengan saat ini. Bukan saja mematikan tetapi bagi manusia, hewan, tumbuhan ataupun makhluk hidup lainnya tetapi juga akan menyebabkan kerugian material dalam jumlah yang besar. Menurut data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Indonesia, pada tahun 2018 terdapat 10.246 kasus bencana tanah longsor di Indonesia. Jumlah bencana longsor tertinggi adalah di Provinsi Jawa Barat dengan jumlah kejadian longsor sebanyak 1.824 (17,80%) dari keseluruhan total kejadian longsor di Indonesia. Nusa Tenggara Timur (NTT) berada di urutan ke-5 dengan jumlah kejadian longsor sebanyak 637 (6,22 %).

Hal ini tentu menjadi peringatan tersendiri bagi NTT untuk lebih waspada terhadap potensi bencana tanah longsor. Penanganan bencana harus dengan strategi proaktif, tidak hanya bertindak pascabencana, tetapi melakukan berbagai

---

kegiatan persiapan untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya bencana. Upaya mitigasi dilakukan untuk meminimalkan dampak dari bencana yang akan terjadi yaitu program untuk mengurangi pengaruh suatu bencana terhadap masyarakat atau komunitas yang dilakukan melalui perencanaan tata ruang, pengaturan tata guna lahan, penyusunan peta kerentanan bencana, penyusunan data base, pemantauan dan pengembangan (Noor, 2012). Tanah longsor terjadi karena kestabilan tanah yang terganggu atau batuan penyusun lereng. Daerah yang miring seperti di perbukitan dan daerah pegunungan dengan kemiringan di atas  $20^{\circ}$  sangat rawan akan terjadinya gerakan tanah. Namun hal ini juga bergantung pada kondisi geologi dan jenis tanah pada lereng tersebut (Khadiyanto, 2010).

Daerah Aliran Sungai (DAS) Manikin merupakan salah satu DAS yang meliputi 18 Desa di Kabupaten Kupang dan 3 Desa di Kota Kupang dengan luas  $\pm 12.610,63$  Ha. Pengelolaan DAS Manikin perlu dilakukan dengan baik mengingat bagian hilir DAS yaitu di Desa Noelbaki, Desa Oelnasi dan Kelurahan Tarus yang didominasi oleh lahan berupa sawah dan areal pertanian yang menjadi penyuplai hasil pertanian bagi masyarakat di Kota Kupang dan sekitarnya. Mengingat peranan DAS Manikin yang penting ini maka pengelolaannya perlu dilakukan dengan baik agar keberadaan DAS tetap seimbang dan optimal, terhindar dari bencana dan kerusakan seperti tanah longsor.

Penelitian tingkat resiko bencana longsor di DAS Manikin perlu dilakukan agar dapat mengetahui lokasi yang berpotensi bahaya terhadap longsor maupun yang tidak. *Output* yang dihasilkan berupa peta potensi rawan Longsor di DAS Manikin. Diharapkan peta ini dapat menjadi rujukan bagi pengambil kebijakan terutama dalam penataan ruang agar dapat meminimalisir bahaya longsor dengan melakukan tindakan *preventif* sehingga tidak menyebabkan kerugian baik nyawa maupun material.

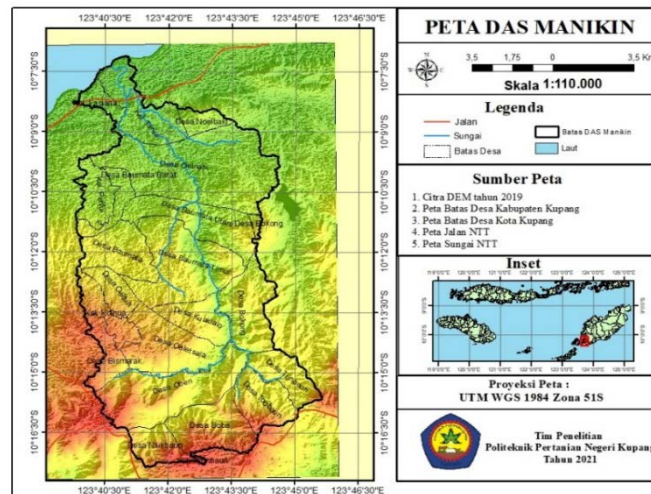
## **METODE PENELITIAN**

### **Penentuan Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian dilakukan di Daerah Aliran Sungai (DAS) Manikin yang meliputi 18 Desa di Kabupaten Kupang dan 3 Desa di Kota Kupang dengan luas  $\pm 12.610,63$  Ha. Bagian hilir DAS Meliputi Kelurahan Lasiana, Kelurahan Tarus dan Desa Noelbaki. Sedangkan Hulu DAS Meliputi Desa Niukbaun, Desa Soba, Desa Toobaun, Desa Tunbaun dan beberapa Desa lainnya.

### Jenis dan Sumber Data

- Citra DEM Terkoreksi tahun 2019
- Citra Sentinel-2 *path/row* 110/67 perekaman April tahun 2021
- Data curah hujan harian di stasiun CH Lasiana Kupang, NTT
- Peta Geologi NTT
- Peta Jenis Tanah NTT



Gambar 1. Peta DAS Manikin

### Metode Pengumpulan Data

Semua data yaitu data Curah Hujan, kelerengan, penggunaan lahan, jenis tanah dan geologi diolah dalam format *shapefile* (shp.). Data-data dengan format shp. diinput dan diolah dengan menggunakan program ArcGis 10.8. Data-data ini sebagai parameter di dalam penentuan daerah potensi bencana tanah longsor di DAS Manikin. Metode yang digunakan adalah *scoring* parameter penyebab longsor dengan mengacu pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 22/PRT/M/2007 tentang Pedoman Penataan Ruang Kawasan Rawan Bencana Longsor. Setiap parameter ini diklasifikasikan dengan skor tertentu yang kemudian dikali dengan bobotnya berdasarkan model pendugaan Puslittanak 2004, pedoman pada jurnal dan buku panduan lainnya. Di dalam penelitian ini, bobot yang digunakan mengacu pada Jurnal “*Pemanfaatan Informasi Spasial Berbasis SIG untuk Pemetaan Tingkat Kerawanan Longsor di Kabupaten Bandung Barat*” yang ditulis oleh Arnas Hardianto, dkk tahun 2020.

Rumus yang digunakan dalam analisis yaitu :

$$\text{Skor Total} = 0.3CH + 1.5KL + 0.15PL + 0.2JT + 0.2GL$$

Keterangan :

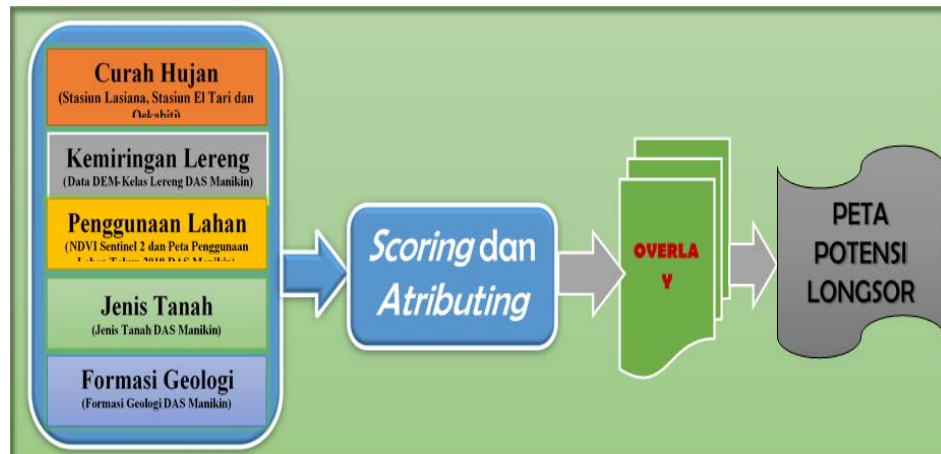
CH = Curah Hujan  
 KL = Kelerengan  
 PL = Penggunaan Lahan  
 JT = Jenis Tanah  
 GL = Geologi

Kriteria skor dan bobot penilaian masing-masing parameter dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Parameter, Skor dan Bobot Penilaian

No.	Parameter	Skor	Bobot	Skor x Bobot
1.	<b>Curah Hujan (mm/thn)</b>			
	Sangat basah (>3000)	5	0,30	1,5
	Basah (2501-2300)	4		1,2
	Sedang (2001-2500)	3		0,9
	Kering (1501-2000)	2		0,6
	Sangat kering (<1500)	1		0,6
2.	<b>Kelas Lereng (%)</b>			
	> 45 %	5	0,20	7,50
	25 - 45 %	4		6,00
	15 - 25 %	3		4,50
	8 - 15 %	2		3,00
3.	<b>Penggunaan Lahan</b>			
	Pemukiman	4	0,20	0,60
	Sawah	3		0,45
	Pertanian, Semak Belukar	2		0,30
	Hutan	1		0,15
4.	<b>Jenis Tanah</b>			
	Regosol	5	0,10	1,0
	Andosol, Podsolik	4		0,8
	Kambisol, Latosol	3		0,6
	Renzina	2		0,4
	Aluvial	1		0,2
5.	<b>Formasi Geologi</b>			
	Batuan Vulkanik	3	0,2	0,6
	Batuan Sedimen	2		0,4
	Batuan Alluvial	1		0,2

Gambaran alur tahapan dalam penelitian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Alur Penelitian

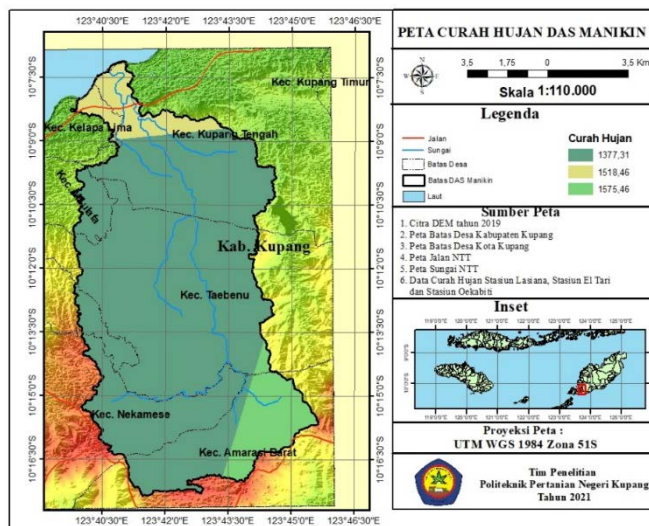
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Curah Hujan

Peta curah hujan dibuat dengan menggunakan data curah hujan dari 5 stasiun pengamatan curah hujan yaitu stasiun Camplong, Stasiun Lasiana, Stasiun Oekabiti, Stasiun Naibonat, Stasiun El Tari dari Tahun 2000 sampai tahun 2012. Dasar dipilihnya karena data curah hujan dari tahun 2000 sampai dengan tahun 2012 tersedia lengkap untuk data harian dan bulanan. Data curah hujan ini kemudian dihitung rata-rata curah hujan tahunan dan selanjutnya dibuat sebaran curah hujan dengan metode *Polygon Thiesen* menggunakan ArcGis 10.8. Dari *Polygon Thiessen* yang dibuat, terlihat bahwa dari 5 stasiun yang dipakai, hanya terdapat 3 stasiun yang curah hujannya berpengaruh di DAS Manikin yaitu dari Stasiun Lasiana, Stasiun El Tari dan Stasiun Oekabiti sedangkan 2 stasiun lain yaitu stasiun Naibonat dan Camplong tidak menunjukkan pengaruhnya di DAS Manikin.

Dari peta terlihat bahwa DAS Manikin didominasi oleh areal dengan rata-rata curah hujan tahunan sebesar 1377,310 mm/tahun atau sebesar 83,48% dari total wilayah DAS Manikin dan yang terkecil adalah curah hujan rata-rata sebesar 1518,460 mm/thn atau sebesar 7,74% dari total wilayah penelitian. Jika mengacu pada Pedoman Identifikasi Karakteristik DAS (Dirjen BPDAS-PS, 2013), maka curah hujan tahunan pada DAS Manikin tergolong rendah. Hal ini sebagaimana lazim yang terjadi pada wilayah Nusa Tenggara akan dipengaruhi oleh pola iklim *monsoonal* yang dicirikan oleh bentuk pola hujan yang bersifat unimodal (puncak

pada bulan Januari) dan cenderung berkumpul pada periode hujan yang relatif singkat yaitu 3-4 bulan (Riwu Kaho, 2021)

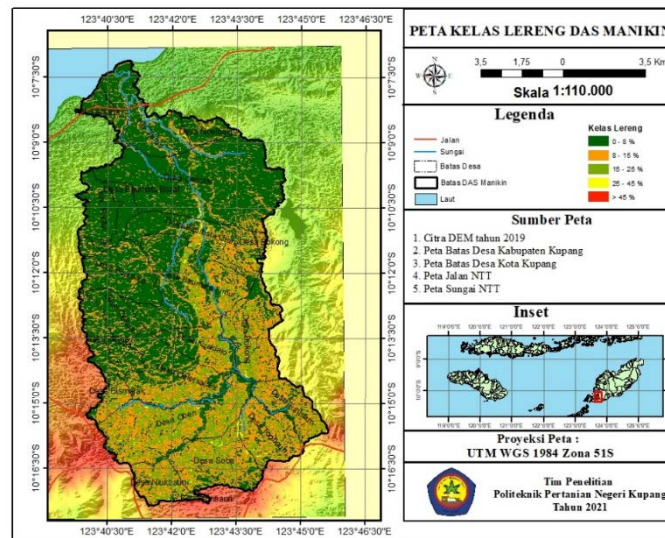


Gambar 3. Peta Sebaran Curah Hujan DAS Manikin

### Kelas Lereng

Peta Kelas lereng diperoleh dengan melakukan analisis data *Digital Elevation Model* (DEM) dengan menggunakan ArcMap 10.3. Citra DEM diperoleh dengan mendownload dari data DEMNAS di portal [tanahair.indonesia.go.id](http://tanahair.indonesia.go.id). Kemiringan lereng diklasifikasikan ke dalam 5 kelas yaitu kelas lereng 0-8 %, Kelas lereng 8-15%, Kelas Lereng 15-25%, Kelas lereng 25-45% dan kelas lereng > 45 %. Dari hasil analisis kemudian diperoleh bahwa DAS Manikin Bakin di dominasi oleh kelas lereng Datar (0-8%) sebesar 54,39 % dari keseluruhan total luas DAS Manikin dan yang terkecil adalah kelas lereng Sangat Curam (> 45 %) dengan luas 0,07 Ha atau seluas 0,01 % dari total Luas DAS Manikin. Selain lahan dengan kondisi sangat curam, juga masih terdapat lahan dengan kondisi lereng Curam (kelerengan 25 - 45 %) seluas 94,99 Ha atau sebesar 0,75% dari total wilayah DAS Manikin. Dilihat dari kondisi lereng, maka DAS Manikin Baki sudah terdapat 0,75% wilayah yang sangat rentan untuk terjadi longsor Tipologi A, B dan C jika faktor lain diabaikan (Priyono, 2006).

Peta kelas Kelerengan DAS Manikin dapat dilihat pada gambar 4.



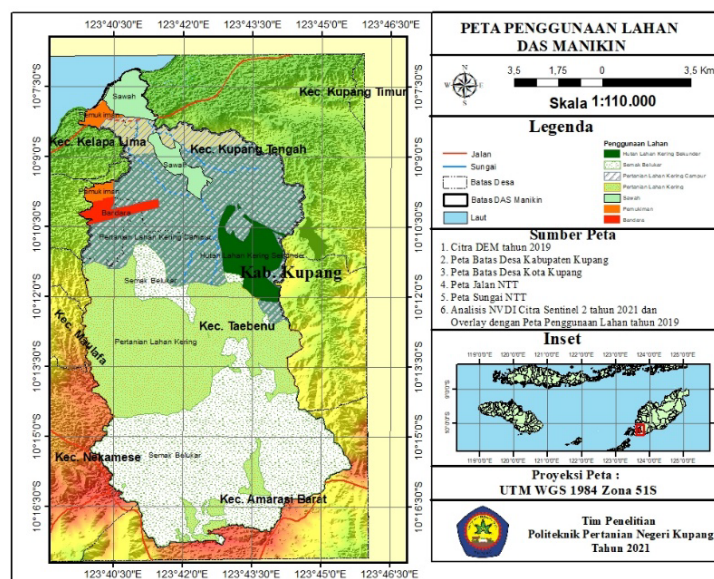
Gambar 4. Peta Kelas Lereng DAS Manikin

### Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan DAS Manikin diperoleh dengan melakukan klasifikasi menggunakan metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) Citra Sentinel-2 perekaman bulan April tahun 2021 dengan ArcMap 10.3. Hasil analisis kemudian di*overlay* dengan peta penggunaan lahan dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2019. Hal ini disebabkan karena hasil analisis Citra Sentinel-2 tidak mencakup keseluruhan wilayah DAS Manikin. Hasil *overlay* kemudian mengklasifikasikan DAS Manikin ke dalam 7 kelas penggunaan lahan. Setelah klasifikasi, kemudian dilakukan *groundcheck* untuk memastikan kesesuaian hasil klasifikasi dengan kondisi di lapangan.

Hasil analisis dan *groundcheck* menunjukkan bahwa penggunaan lahan yang paling mendominasi adalah berupa semak belukar dengan luas 4481,67 Ha (35,54% dari total wilayah penelitian) dan yang paling rendah adalah berupa lahan terbangun yaitu pemukiman dan Bandara (2,38 % dari total wilayah penelitian). Selain semak belukar, DAS Manikin juga didominasi oleh pertanian lahan kering dan pertanian lahan kering campuran. Pertanian lahan kering seluas 27,73 % dan pertanian lahan kering campuran seluas 26,30 % dari total luas wilayah penelitian. Peta penggunaan lahan DAS Manikin dapat dilihat pada Gambar 5.



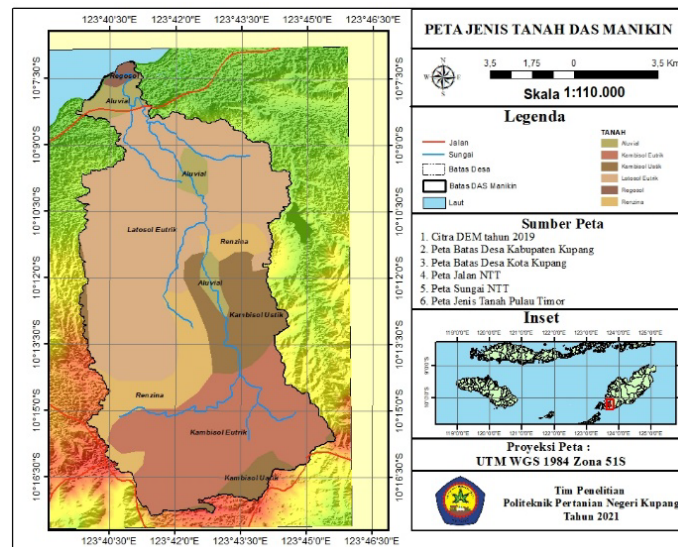


Gambar 5. Peta Penggunaan Lahan DAS Manikin

### Jenis Tanah

Peta jenis tanah di DAS Manikin diperoleh dari peta Jenis Tanah Nusa Tenggara Timur yang didownload dari portal [tanahair.indonesia.go.id](http://tanahair.indonesia.go.id). Dari hasil analisis kemudian diketahui bahwa terdapat 6 jenis tanah di DAS Manikin yaitu Tanah Aluvial, Tanah Kambisol Eutrik, Tanah Kambisol Ustik, Latosol Eutrik, Regosol dan Renzina. DAS Manikin didominasi oleh jenis tanah Latosol Eutrik seluas 5546,38 Ha (43,98% dari total wilayah penelitian) dan yang paling kecil adalah jenis tanah Regosol yaitu seluas 83,65 ha (0,66 % dari total wilayah penelitian). Tanah Latosol merupakan tanah dengan warna merah kekuningan atau kecokelatan serta memiliki solum yang tebalnya dapat mencapai 1,3 meter hingga mencapai 5 meter. Tanah Latosol Eutrik mendominasi di bagian Hilir sampai ke bagian tengah DAS Manikin. Di Bagian hilir DAS, selain terdapat tanah Latosol Eutrik, juga terdapat tanah Aluvial dan Tanah Regosol. Peta sebaran spasial jenis tanah di DAS Manikin dapat dilihat pada gambar 6.





Gambar 6. Peta Jenis Tanah DAS Manikin

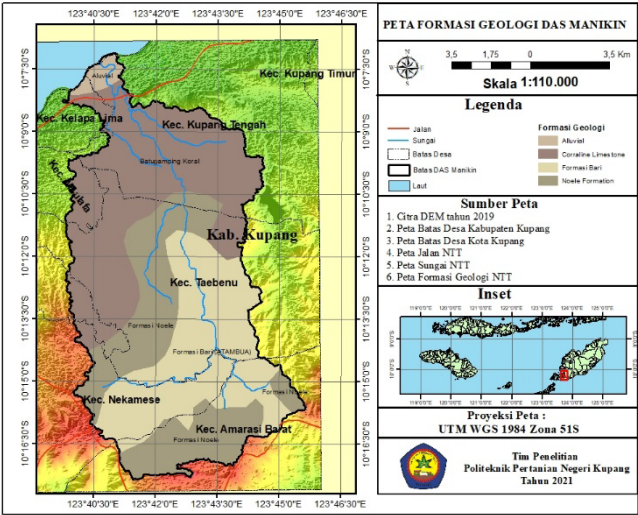
### Kelas Geologi

Kelas Geologi di DAS Manikin didominasi oleh kelas geologi batuan koral (*Corraline Limestone*) yang meliputi 40,53 % dari total wilayah penelitian dan yang terkecil adalah formasi batuan *Alluvial* yang meliputi 1,77 % dari total wilayah penelitian. Formasi *Corraline Limestone* terdiri atas batu gamping koral dan batu gamping napal serta batu gamping terumbu. Batu gamping terumbu umumnya mempunyai karakteristik betang alam yang kasar, kadangkala membentuk tonjolan bukit-bukit kecil sedangkan batu gamping koral dan batu gamping napal umumnya mempunyai permukaan lebih halus dengan permukaan agak datar dan mengalami pelapukan. Formasi *Alluvial* tersusun atas material pasir dan kerikil serta lempung berpasir dan lumpur. Semakin ke arah pantai tekstur material semakin halus.

Tabel 2. Formasi Geologi di DAS Manikin

No.	Formasi Geologi	Skor	Bobot	Skor x Bobot	Luas (ha)
1.	<i>Alluvial</i>	1,00	0,20	0,20	222,77
2.	<i>Corraline Limestone</i>	3,00	0,20	0,60	5111,02
3.	<i>Noele Formation</i>	2,00	0,20	0,40	3469,38
4.	<i>Formasi Bari</i>	3,00	0,20	0,60	3807,47
<b>Luas Total</b>					<b>12.610,63</b>

Gambaran spasial formasi geologi di DAS Manikin dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7. Peta Formasi Geologi DAS Manikin

**Kelas Longsor**

Tingkat kerawanan longsor di DAS Manikin ditentukan didasarkan pada model pendugaan kawasanrawan tanah longsor oleh Direktorat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi/DVMBG (2004). Berdasarkan analisis darimodel pendugaan yang dilakukan Tim DVMBG, diketahuibahwa parameter yang berpengaruh tinggi terhadap terjadinyabencana tanah longsor adalah jumlah kelerengan sehinggaproporsi nilainya lebih tinggi dari parameter lainnya.Penentuan tingkat kerawanan tanah longsor didasarkan dari hasil skor kumulatif yang didapat dari keseluruhan parameter.Hasilnya dari pekalian berkisar antara 1,5-3,5yang kemudiandikonversi pada beberapa tingkatan sesuai kebutuhan. Padapenelitian ini digunakan 3 kelas kerawanan yaitu rendah,sedang dan tinggi.

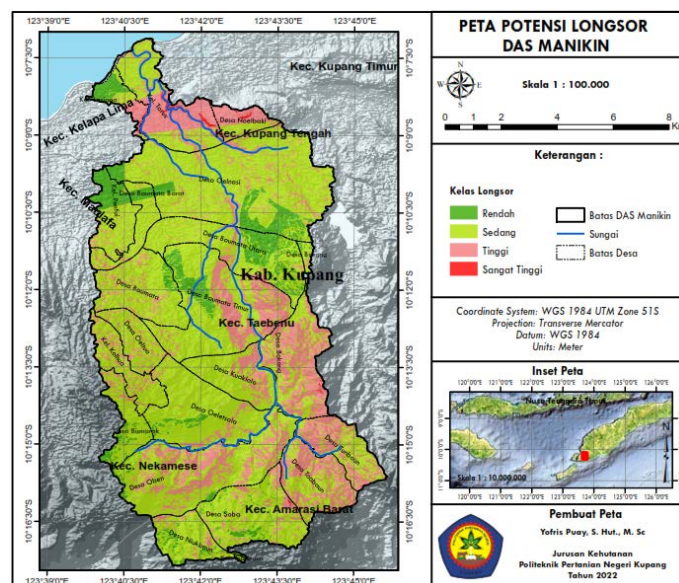
Tabel 3. Klasifikasi Potensi Longsor di DAS Manikin

No.	Kelas Longsor	Luas	Persentasi (%)
1.	Rendah	6924,70	54,91
2.	Sedang	3881,91	30,78
3.	Tinggi	1758,06	13,94
4.	Sangat Tinggi	45,96	0,36
Total Luas		12.610,63	100,00

Potensi longsor di DAS Manikin didominasi oleh kelas rendah yaitu seluas 6924,70 atau meliputi 54,91 % dari total seluruh wilayah penelitian. Kemudian diikuti oleh Potensi longsor kelas sedang yang meliputi 30,78 % wilayah penelitian dan kelas tinggi yang meliputi 13,94 %. Wilayah yang termasuk ke dalam potensi

longsor tinggi terdapat di 3 Kecamatan yaitu Nekamese (di Desa Oben), Kecamatan Amarasi Barat (Desa Tunabun, Desa Toobaun, Sebagian Kecil wilayah Desa Soba), Kecamatan Taebenu (Desa Bokong, Desa Kuaklalo dan Desa Baumata Timur), Kecamatan Kelapa Lima (Kelurahan Tarus) dan Kecamatan Kupang Tengah (Desa Noelbaki). Beberapa daerah kecil di wilayah Desa Oeltua, Desa Baumata dan Kelurahan Kolhua juga memiliki potensi longsor yang tinggi. Faktor penyebab longsor yaitu kelerengan di atas 15% dan curah hujan antara 1300 mm/tahun-1575 mm/tahun. Karena kondisi kelerengan yang tinggi, apabila didukung dengan curah hujan yang tinggi maka akan meningkatkan potensi longsor. Hal ini akan lebih didukung apabila kondisi tanah yang memiliki kemantapan agregat yang rendah. Seperti tanah latosol yang terletak di daerah hilir sungai, di Kelurahan Lasiana dan Desa Nolebaki. Hal ini menyebabkan sehingga wilayah Kelurahan Lasiana dan Desa Noelbaki tergolong ke dalam wilayah yang memiliki potensi longsor tinggi.

Gambaran spasial potensi longsor di DAS Manikin dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Peta Potensi Longsor DAS Manikin

## SIMPULAN

1. Potensi longsor di DAS Manikin didominasi oleh kelas rendah yaitu seluas 6924,70 atau meliputi 54,91 % dari total seluruh wilayah penelitian
2. Terdapat 13,94 % Wilayah DAS Manikin yang memiliki potensi longsor tinggi yang tersebar di beberapa wilayah di Kecamatan Nekamese, Kecamatan Taebenu, Kecamatan Kelapa Lima dan Kecamatan Kupang Tengah.
3. Faktor utama dominan penyebab potensi longsor tinggi yaitu Kelerengan tinggi (>15 %) diikuti curah hujan dan didukung oleh faktor tanah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arnas, Hardianto., dkk. 2020. *Pemanfaatan Informasi Spasial Berbasis SIG untuk Pemetaan Tingkat Kerawanan Longsor di Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat*. Jurnal Geosains dan Remote Sensing (JGRS) Vol 1 No 1 (2020) 23-31
- Kementerian kehutanan. 2013. *Peraturan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Dan Perhutanan Sosial* Nomor : P. 3/V-Set/2013 tentang *Pedoman Identifikasi Karakteristik Daerah Aliran Sungai*. Jakarta
- Moata, M. R., Kollo, O., Puay, Y., Rhuma, Y., Tlonaen, C., & Duka, Z. 2018. *Integrasi Sistem Digitalisasi Dan Analysis Lapangan Dalam Perencanaan Pengembangan Daerah: Evaluasi Kemampuan Lahan Milik SWASTA*. Partner, 23(2), 730-744.
- Noor, D. 2012. *Pemetaan Geologi Daerah Abumaneh Dan Sekitarnya, Kabupaten Sarmi Propinsi Papua, Skala 1: 50.000 Berbasis Penafsiran Citra "Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 90m"*.
- Prahasta, E. 2002. *Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografi*. Penerbit Informatika : Bandung
- Priyono. 2006. *Evaluasi Kerusakan Lahan Yang Rentan Longsor, Banjir dan Bencana Alam Lainnya*. Laporan Hasil Penelitian. Ska: PSLK UNISRI.
- Puay, Y. 2020. *Klasifikasi Kemampuan Lahan Untuk Pembangunan Di Wilayah Daerah Aliran Sungai Manikin Baki, Provinsi Nusa Tenggara Timur*. Partner, 25(1), 1253-1260.
- Subardja, Djajda S., dkk. 2014. *Petunjuk Teknis Klasifikasi Tanah Nasional*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian
- Unisri, Priyono F. P. 2015. *Hubungan Klasifikasi Longsor, Klasifikasi Tanah Rawan Longsor Dan Klasifikasi Tanah Pertanian Rawan Longsor*." Gema, vol. 27, no. 49, 30 Jan. 2015.
- Ramadhan, Taufik Eka., Andri Suprayogi dan Arief Laila Nugraha. 2017. *Pemodelan Potensi Bencana Tanah Longsor Menggunakan Analisis SIG Di Kabupaten Semarang*. Jurnal Geodesi Undip

- Riwu Kaho, Norman. 2016. *Penggunaan Free & Open Source Software (Foss) Sistem Informasi Geografis (SIG) Untuk Identifikasi Karakteristik Biofisik Daerah Aliran Sungai Manikin*. Seminar Nasional Perubahan Iklim Lembaga Penelitian UNDANA ([https://www.researchgate.net/publication/308791469\\_PENGGUNAAN\\_FREE\\_OPEN\\_SOURCE\\_SOFTWARE\\_FOSS\\_SISTEM\\_INFORMASI\\_GEOGRAFIS\\_SIG\\_UNTUK\\_IDENTIFIKASI\\_KARAKTERISTIK\\_BIOFISIK\\_DAERAH\\_ALIRAN\\_SUNGAI\\_MANIKIN](https://www.researchgate.net/publication/308791469_PENGGUNAAN_FREE_OPEN_SOURCE_SOFTWARE_FOSS_SISTEM_INFORMASI_GEOGRAFIS_SIG_UNTUK_IDENTIFIKASI_KARAKTERISTIK_BIOFISIK_DAERAH_ALIRAN_SUNGAI_MANIKIN))
- Wahyuningrum, Nining dan Agung Budi Supangat. 2016. *Identifikasi Tingkat Bahaya Longsor Dengan Skala Data Berbeda Untuk Perencanaan DAS Mikro Naruwan, Sub Das Keduang*. Majalah Ilmiah Globë Volume 18 No.2 Oktober 2016: 53 – 60
-