

APLIKASI BAND RATIO NDMI CITRA LANDSAT 8 DALAM PENENTUAN ZONA RAWAN LONGSOR DENGAN METODE OVERLAY ANALYSIS

Vinansius Jimmy Jati¹, Sari Bahagiarti Kusumayudha², Tedy Agung Cahyadi³

¹Jurusan Manajemen Bencana, UPN "Veteran" Yogyakarta

²Jurusan Teknik Geologi, UPN "Veteran" Yogyakarta

³Jurusan Teknik Pertambangan, UPN "Veteran" Yogyakarta

Korespondensi : jimmy.mmb.geos@gmail.com

Abstrak

Dalam penelitian dibidang kebencanaan khususnya mengidentifikasi zona rawan longsor, pada wilayah penelitian yang luas dengan medan yang ekstrem, umumnya data sekunder tentang kedalaman dan tekstur tanah sangat jarang tersedia, dibandingkan dengan data topografi, jenis dan sebaran batuan maupun data curah hujan. Sebagai alternatif digunakan metode penginderaan jauh yang memanfaatkan citra Landsat 8 dengan metode band ratio Normalized Difference Moisture Index (NDMI), band ratio NDMI mampu mengidentifikasi indeks kelembapan permukaan tanah sehingga dapat dilakukan diinterpretasi tekstur dan kedalaman tanah yang berhubungan dengan tingkat kerawanan longsor. Dengan metode overlay analysis menggunakan perangkat lunak sistem informasi geografi (SIG), dinilai mampu menganalisis tingkat kerawanan longsor terutama pada penelitian dengan skala regional, pada daerah terpencil yang sulit diakses dengan memanfaatkan ketersediaan data sekunder yang ada.

Kata kunci: Landsat, NDMI, Longsor, SIG

Abstract

Disaster research specifically identifies landslide-prone zones, over large areas with extreme terrain, usually secondary data on soil depth and texture are very rarely available, compared to topographic data, rock types, rock distribution and rainfall data. As an alternative the remote sensing method uses Landsat 8 imagery with the Normalized Difference Moisture Index (NDMI) band ratio method, the NDMI band ratio is able to identify the soil surface moisture index so that it can be interpreted with textures and soil depth related to the level of landslide vulnerability. With the method of overlay analysis using geographic information system (GIS) software, it is considered capable of analyzing the level of landslide vulnerability, especially in research on a regional scale, in remote areas that are difficult to access, based on secondary data availability.

Keywords: Landsat, NDMI, Landslides, GIS

1. Pendahuluan

Penggunaan citra foto udara maupun satelit dalam ilmu penginderaan jauh untuk mengidentifikasi kondisi di permukaan Bumi merupakan salah satu tahap dalam penelitian, baik sebagai data atau parameter utama maupun sebagai data atau parameter pelengkap. Dalam penelitian kebencanaan khususnya dibidang analisis zona rawan longsor dengan metode overlay analysis, faktor-faktor pengontrol longsor memiliki nilai skor dan bobot yang berpengaruh terhadap tingkat kerawanan terjadi longsor. Faktor-faktor pengontrol tersebut antara lain kemiringan lereng, tipe batuan, jenis atau tekstur tanah, tata guna lahan dll. Dalam kondisi tertentu seperti wilayah dengan medan yang sulit diakses, area penelitian yang luas dan ketersediaan data sekunder yang tidak memadai, maka data penginderaan jauh merupakan salah satu alternatif atau data pendukung dalam menginterpretasi kondisi permukaan seperti kondisi tanah, batuan, vegetasi, tataguna lahan dll.

Satelit Landsat mulai melakukan perekaman data permukaan bumi sejak tahun 1972 dan dikelola oleh *United States Geological Survey* (USGS), data landsat banyak diandalkan dalam berbagai studi penginderaan jauh, salah satunya adalah untuk mengamati perubahan-perubahan yang terjadi di permukaan tanah dengan mengamati nilai reflektansi permukaan (*Surface Reflectance*). Satelit Landsat-8 merupakan satelit generasi terbaru, yang mulai diorbitkan pada 11 Februari 2013 oleh Lembaga antariksa Amerika (NASA). Satelit Landsat 8 menyediakan produk citra yang dapat diakses dengan gratis dan dapat melakukan perekaman di wilayah yang sama setiap 16 hari. Salah satu band ratio yang digunakan dalam mengidentifikasi kelembapan permukaan tanah adalah *Normalized Difference Moisture Index* (NDMI) yang menggunakan kombinasi band 5 (*Near Infrared/NIR*) dan band 6 (*Shortwave Infrared/SWIR*) [1].

Beberapa peneliti telah menggunakan band ratio NDMI pada citra landsat 8 untuk mengidentifikasi kelembapan permukaan tanah dan batuan seperti yang diteliti oleh Sahu [2] membahas tentang mengidentifikasi sebaran genangan air dan endapan sungai dengan berbagai band ratio salah satunya adalah NDMI dan Ashraf [3] yang membahas tentang aplikasi band ratio NDMI dalam mengetahui sebaran tanah yang jenuh air maupun transformasi lahan dari basa perairan sampai lahan terestrial. Selain mengidentifikasi kelembapan permukaan tanah, band ratio NDMI dapat digunakan untuk interpretasi tekstur tanah, mengingat adanya korelasi antara tingkat kelembapan tanah dengan tekstur tanah seperti yang telah teliti oleh Yang dkk [4] dan Abrol dkk [5] yang menjelaskan bahwa ada korelasi berbanding lurus apabila kelembapan tanah tinggi maka kandungan butiran lempung dan lanau juga tinggi, sebaliknya apabila tanah dengan kandungan butiran pasir dominan memiliki tingkat kelembapan lebih rendah.

Dalam penulisan ini difokuskan pada penggunaan citra Landsat 8 dengan band ratio *Normalized Difference Moisture Index* (NDMI) sebagai pengganti data parameter tanah yang merupakan salah satu faktor pengontrol gerakan masa, dengan contoh kasus mengidentifikasi daerah aliran sungai yang mempunyai tingkat rawan longsor tinggi serta berpotensi menghasilkan kejadian banjir bandang di Kecamatan Larantuka, Kabupaten Flores Timur, Provinsi Nusa Tenggara Timur

2. Metode Penelitian

Dalam penentuan zona rawan longsor mengacu pada standar parameter yang digunakan oleh BNPB dengan metode deterministik, yang memanfaatkan ketersediaan data tanpa melakukan survei lapangan, Modifikasi parameter dilakukan dengan mengganti parameter tanah karena data tersebut tidak selalu tersedia di semua wilayah, data tekstur tanah diganti oleh tingkat kelembapan permukaan tanah dari hasil interpretasi citra Landsat 8 dengan *band ratio* NDMI, berdasarkan asumsi bahwa tanah yang jenuh air atau memiliki kelembapan dengan kandungan lempung yang tinggi umumnya memiliki lapisan yang cukup tebal dan tingkat kerentanan tinggi untuk terjadi longsor. Sedangkan data yang berhubungan dengan topografi dapat menggunakan data kontur atau citra DEM (*Digital Elevation Model*), data sebaran batuan dan patahan/sesar dapat menggunakan peta geologi regional maupun interpretasi morfologi, sedangkan data rata-rata curah hujan tahunan dapat diperoleh dari BMKG atau dari sumber lainnya. Parameter analisis menggunakan modifikasi dari BNPB [6] (Tabel 1).

Tabel 1. Parameter Analisis Longsor Dengan Skor dan Pembobotan

No	Data	Parameter	Kelas	Nilai Kelas	Skor	Bobot
1	DEM/Kontur	Kemiringan Lereng	15 – 30%	1	0,25	0,35
			30 – 50%	2	0,50	
			50 – 70%	3	0,75	
			>70%	4	1	
		Panjang/Bentuk Lereng	<200 m	1	0,25	0,05
			200 – 500 m	2	0,50	
2	Geologi	Tipe Batuan	500 – 1000 m	3	0,75	0,2
			>1000 m	4	1	
			Aluvial	1	0,333	
		Jarak Dari Patahan/Sesar	Sedimen	2	0,667	0,05
			Vulkanik	3	1	
			>400 m	1	0,2	
3	Landsat 8	Kelembapan Permukaan (NDMI)	300 – 400 m	2	0,4	0,15
			200 – 300 m	3	0,6	
			100 – 200 m	4	0,8	
			0 – 100 m	5	1	
			Sangat Kering (< 0)	1	0	
			Kering (0-2,5)	2	0,333	
4	Hidrologi	Curah Hujan Tahunan	Lembap (2,6-5)	3	0,667	0,2
			Sangat lembap – Berair (>5)	4	1	
			<2000 mm	1	0,333	
			2000 – 3000 mm	2	0,667	
			>3000 mm	3	1	

Tabel 2. Pembagian kelas rawan longsor

Zona Ancaman	Kelas	Nilai	Bobot (%)	Skor
Rawan Longsor Sangat Rendah - Rendah	Rendah	1		0 - 0,333333
Rawan longsor Menengah	Sedang	2	100	0,333334 - 0,666667
Rawan Longsor Tinggi	Tinggi	3		0,666668 - 1,000000

Langkah pengolahan data seperti persiapan data, Geoprosesing dan penyajian peta menggunakan perangkat lunak ARCGIS 10.5 sedangkan untuk melakukan koreksi radiometrik citra landsat 8 menggunakan perangkat lunak ENVI 5.3. Tahapan-tahapannya adalah sebagai berikut:

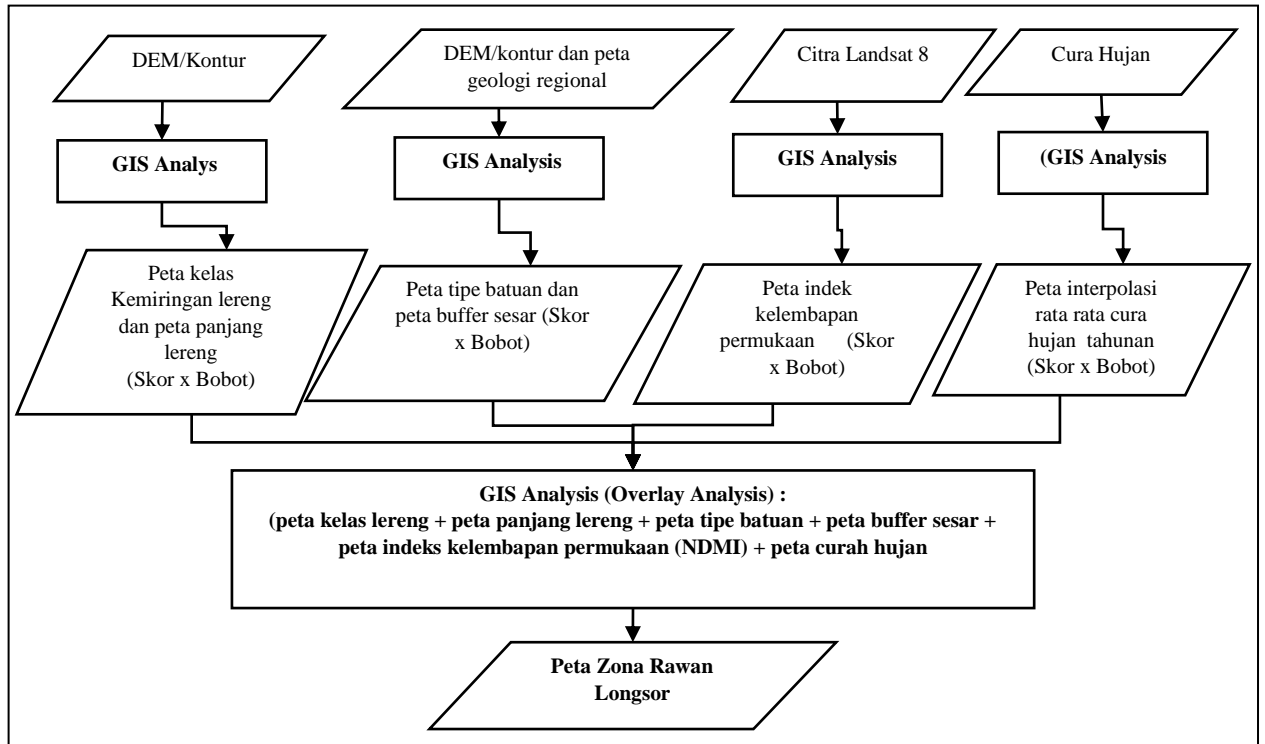
- Proses data DEM (*Digital Elevation Model*) menjadi peta kelas kemiringan lereng dan menghitung Panjang atau bentuk lereng.
- Penentuan sebaran dan jenis batuan serta patahan atau sesar dengan menggunakan peta geologi regional maupun interpretasi morfologi.
- Menyiapkan data citra Landsat 8 band 5 dan band 6 untuk diolah, yang diawali dengan mencari citra dengan tanggal perekaman data yang tidak terhalang oleh awan, sebaiknya tidak pada musim hujan. Selanjutnya melakukan koreksi radiometrik dengan mengubah nilai DN (*Digital Number*) menjadi TOA (*Top of Atmosphere*) *Radiance*, koreksi geometrik jika perlu. Dari hasil koreksi radiometrik band 5 dan band 6, nilai piksel citra berubah pada rentang nilai 0 sampai 1 (Gambar 1). Setelah itu citra band 5 dan band 6 siap melalui proses *band ratio* NDMI dengan persamaan [1] :

$$\text{NDMI} = (\text{NIR} - \text{SWIR}) / (\text{NIR} + \text{SWIR}) \text{ atau}$$

$$\text{NDMI} = (\text{Band 5} - \text{Band 6}) / (\text{Band 5} + \text{Band 6})$$

Gambar 1. *Band ratio* NDMI

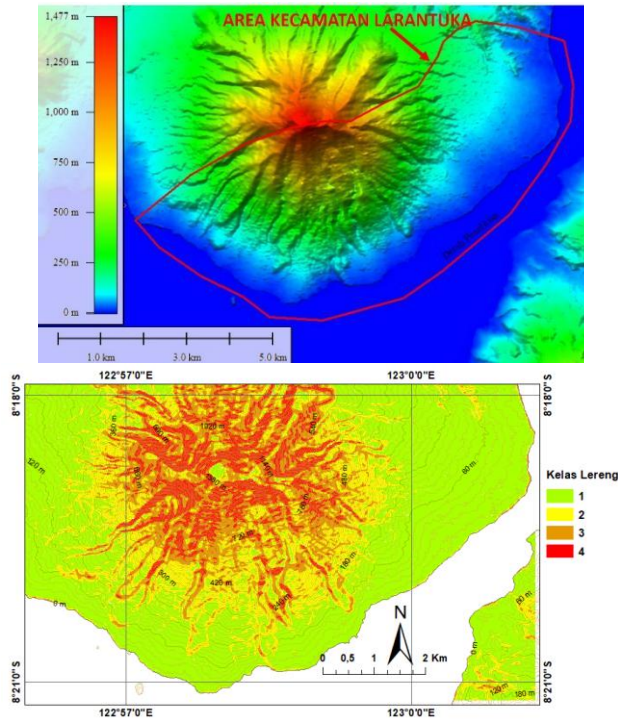
- Berikutnya adalah menghitung nilai rata-rata curah hujan tahunan data tersebut dapat diakses melalui situs BMKG atau dokumen lainya seperti di Badan Pusat Statistik daerah.
- Setelah semua data diproses dan dihitung nilai skor dikali nilai bobot dari masing-masing parameter, maka data semua layer siap dilakukan *overlay analysis* kemudian dibagi menjadi tiga kelas rawan potensi longsor.



Gambar 2. Bagan alur penelitian

3. Hasil Dan Analisis

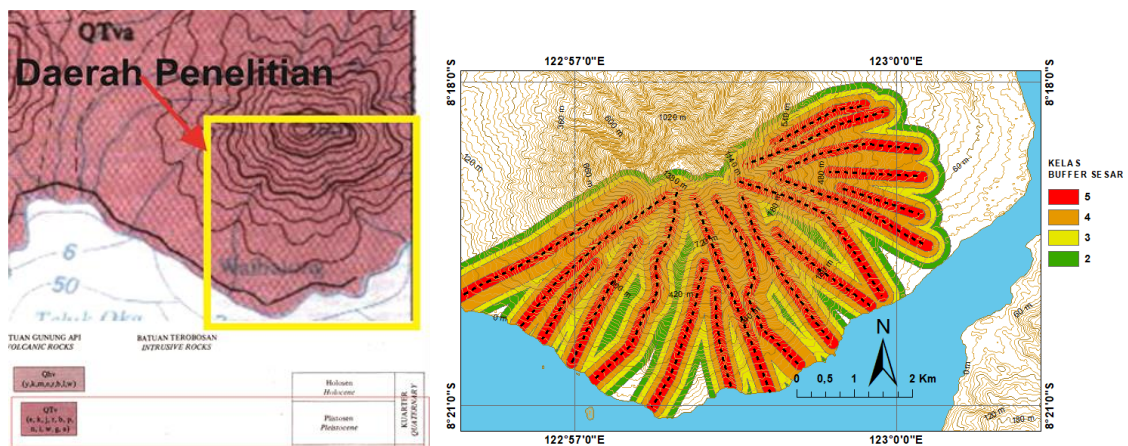
Data DEM (*Digital Elevation Model*) merupakan data raster yang dapat memodelkan bentuk permukaan bumi / bentuk topografi, data DEM (Gambar 3a) dapat diolah untuk berbagai keperluan salah satunya untuk mendeskripsi kemiringan lereng, arah lereng, dimensi lereng simulasi hidrologi permukaan dll. Ketelitian data DEM sangat berpengaruh terhadap hasil analisis, dalam contoh kasus di Kecamatan Larantuka Kabupaten Flores Timur NTT menggunakan citra DEM resolusi 8meter dari DEMNAS yang dinilai memiliki tingkat keakuratan cukup tinggi. Hasil pengolahan menggunakan perangkat lunak ARCGIS, diketahui bahwa daerah puncak gunung didominasi oleh lereng dengan kemiringan kelas 3 (50% -70% dan kelas 4 (> 70%) (Gambar 3b), selain penentuan kelas kemiringan lereng, dilakukan perhitungan panjang bentuk lereng.



Gambar 3. (a) data DEM untuk memodelkan bentuk morfologi, (b) peta kelas lereng hasil pengolahan dari data DEM

3.1 Proses Data Geologi

Dalam penentuan jenis batuan dan jalur patahan/sesar bisa mengacu pada Peta Geologi Regional dari Badan Geologi, interpretasi morfologi, atau data sekunder lainnya. Daerah contoh Kecamatan Larantuka Kabupaten Flores Timur NTT terletak pada lereng gunung api nonaktif yang seluruhnya didominasi oleh batuan vulkanik masuk dalam tipe batuan kelas 3 dengan tingkat kerawanan longsor tinggi (Gambar 4a), sedangkan jalur patahan menggunakan konsep pembentukan struktur geologi di daerah vulkanik yang dicirikan oleh pola jalur patahan radial mengikuti alur sungai [7], sehingga pembuatan peta bufer sesar di daerah contoh bisa mengikuti alur sungai yang ada (Gambar 4b).

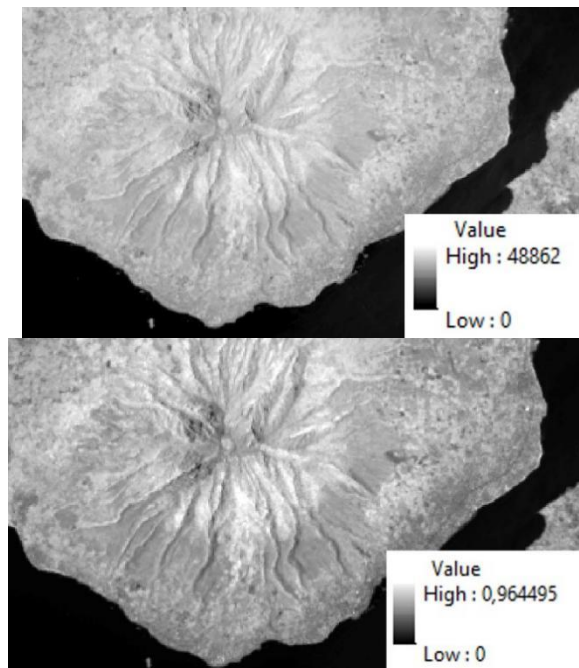


Gambar 4. (a) Peta geologi regional dan (b) Peta bufer sesar daerah contoh penelitian

3.2 Proses Citra Landsat 8

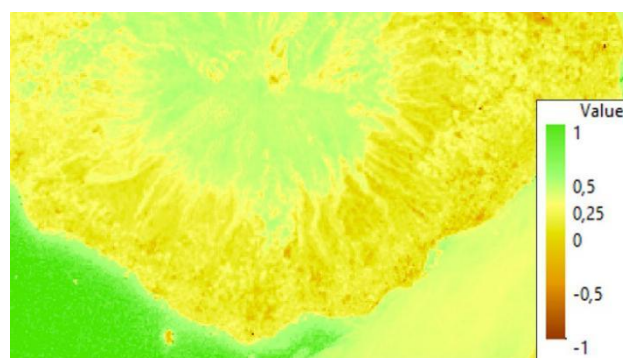
Proses citra Landsat 8 daerah contoh penelitian menggunakan tanggal perekaman 30 Oktober 2018 yang tidak tertutup oleh awan. Sebelum melakukan proses *band ratio*, dilakukan proses koreksi radiometrik mengubah nilai *digital number* (Gambar 5a) ke nilai *radianse* menggunakan perangkat lunak

ENVI pada band 5 dan band 6. Dari hasil Koreksi, radiometrik nilai piksel berada pada rentang 0 sampai 1 (Gambar 5b).



Gambar 5. (a) Citra yang belum terkoreksi radiometrik (*Digital Number*) dan (b) Citra yang telah terkoreksi radiometrik (*TOA Radiance*)

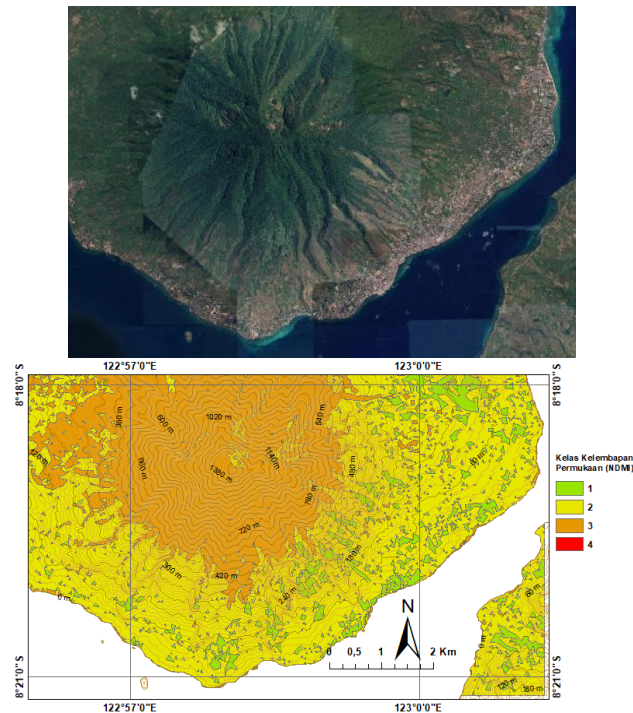
Setelah citra Landsat 8 dikoreksi pada band 5 dan 6, langkah selanjutnya adalah proses *band ratio* NDMI dengan komposisi band: $[(\text{Band } 5 - \text{Band } 6) / (\text{Band } 5 + \text{Band } 6)]$. Rentang nilai piksel hasil *band ratio* NDMI adalah -1 sampai 1 (Gambar 6a), dengan nilai piksel ≥ 0 adalah daerah permukiman cukup kering, lembap sampai berair dan nilai piksel < 0 adalah daerah yang kering sampai sangat kering. Dari hasil pengamatan dan pencocokan di beberapa wilayah didapatkan rentang nilai piksel 0 sampai 0,25 merupakan daerah cukup kering sedangkan daerah dengan nilai piksel 0,25 sampai 0,5 mencirikan daerah dengan tingkat kelembapan permukaan tanah rendah sampai sedang seperti pada daerah dataran tinggi, sawah kering atau daerah bekas rawa dll. Sedangkan nilai piksel $> 0,5$ sampai 1 mencirikan daerah permukaan tanah yang sangat lembap – sampai berair seperti sawah berair, rawa-rawa, daerah sekitar mata air dan tubuh air. Pada nilai piksel < 0 sampai -1 merupakan daerah yang kering sampai sangat kering yang dicirikan oleh *outcrop* batuan keras, daerah kering dengan tanah berpasir, pemukiman atau bangunan yang padat dll.



Gambar 6. Citra hasil *band ratio* NDMI

Dari hasil pengamatan daerah contoh penelitian, diketahui daerah sekitar lereng tengah hingga puncak didominasi oleh tingkat kelembapan kelas 3 dengan rentang nilai piksel $> 0,25$ sampai 0,5 yang termasuk dalam daerah cukup lembap pada elevasi 400 – 1477 mdpl, memiliki vegetasi rapat, diperkirakan tekstur tanah relatif berbutir halus dan lapisan tanah cukup tebal. Sedangkan pada daerah

lereng bawah didominasi oleh kelas 2 yang berada pada rentang nilai piksel 0 sampai 0,25 yang termasuk pada kategori daerah kering tersusun oleh tanah keras dan batuan dengan vegetasi jarang. Kategori nilai kelas 1 berada pada rentang nilai piksel - 0 sampai -1 yang dicirikan oleh *outcrop* batuan keras, pemukiman padat dengan vegetasi sangat jarang (Gambar 6, 7ab).



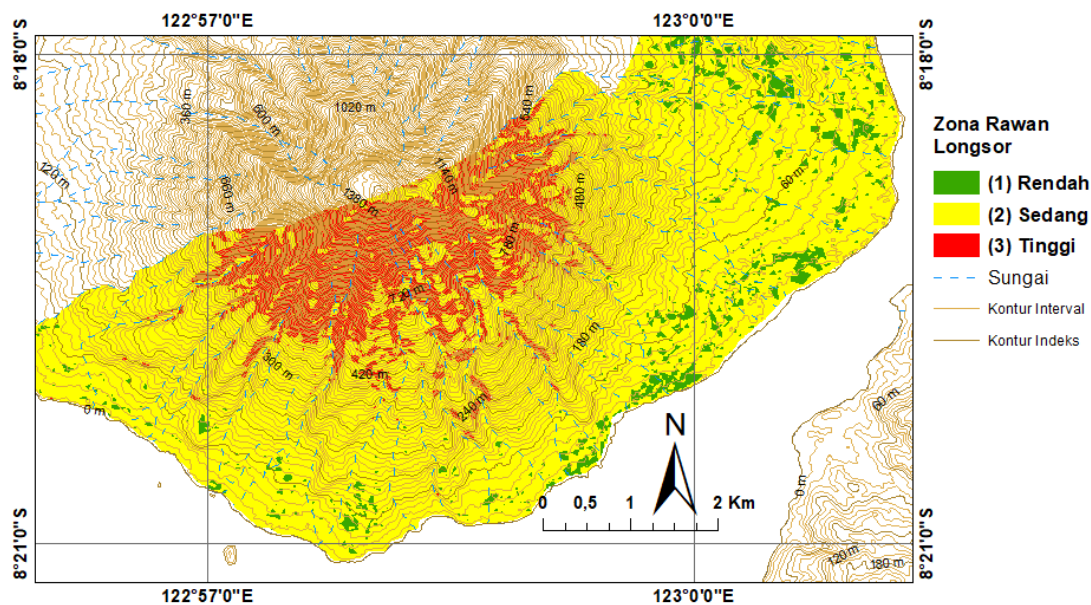
Gambar 7. (a) Citra google satelit daerah contoh penelitian dan (b) Peta kelas kelembapan permukaan tanah (NDMI)

3.3 Proses Data Curah Hujan Tahunan

Dalam daerah contoh penelitian Kecamatan Larantuka, Kabupaten Flores Timur, NTT hanya ada 1 stasiun pengukur curah hujan sehingga dianggap curah hujan merata pada seluruh wilayah. Dari hasil perhitungan curah hujan rata-rata per tahun dari tahun 2008 – 2018 berada pada kisaran 10 - 30 mm/tahun [8], sehingga dapat disimpulkan bahwa daerah contoh penelitian termasuk dalam daerah dengan tingkat curah hujan yang sangat rendah dan masuk dalam kategori kelas 1 (< 2000 mm/tahun).

3.4 Overlay Analysis

Overlay analysis adalah sebuah metode dengan cara menjumlahkan semua nilai kelas (Skor x Bobot) poligon parameter kerentanan longsor yang saling bertumpuk, total dari nilai poligon tersebut akan diklasifikasikan berdasarkan interval tingkat potensi longsor (Tabel 2).



Gambar 8. Peta kelas ancaman longsor

Dari hasil *overlay analysis* diketahui bahwa daerah lereng atas pada wilayah Kecamatan Larantuka masuk dalam kategori rawan longsor tinggi (Gambar 8), sehingga dapat disimpulkan bahwa sungai-sungai utama yang berhulu di puncak gunung berpotensi terjadi longsor dan membendung aliran air pada saat curah hujan tinggi, sehingga apabila bendungan alam tersebut runtuh, dapat berpotensi menghasilkan banjir bandang.

4. Kesimpulan

Mengganti parameter tanah dengan indeks kelembapan permukaan berdasarkan dari interpretasi citra Landsat 8, dengan *band ratio Normalized Difference Moisture Index* (NDMI) merupakan sebuah alternatif dalam mengidentifikasi potensi longsor dalam bidang kebencanaan dengan ketelitian analisis 30 x 30 meter/piksel. Metode ini cocok diterapkan pada penelitian yang sifatnya regional, pada wilayah yang luas, topografi yang ekstrem dan sulit diakses dengan ketersediaan data sekunder yang minim. Khusus untuk interpretasi indeks kelembapan permukaan dengan *band ratio* NDMI, tidak cocok digunakan pada wilayah perkotaan yang padat dengan bangunan. Karena nilai reflektan di sekitar area bangunan tidak mencerminkan nilai kelembapan permukaan tanah.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Dosen dan teman-teman Mahasiswa di Magister Manajemen Bencana UPN Veteran Yogyakarta yang telah memberikan dukungan, kritik dan saran dalam penulisan karya ilmiah ini.

Daftar Pustaka

- [1] U.S. Geological Survey. Landsat Surface Reflectance-Derived Spectral Indices, Product Guide. 2017; (December):1–31.
Available from: [http://www.monsantobioag.com/global/us/Documents/2017 Product Guide.pdf](http://www.monsantobioag.com/global/us/Documents/2017%20Product%20Guide.pdf)
- [2] Sahu A. Identification and mapping of the water-logged areas in Purba Medinipur part of Keleghai river basin, India: RS and GIS methods. *Int J Adv Geosci*. 2014;
- [3] Ashraf M, Nawaz R. A Comparison of Change Detection Analyses Using Different Band Algebras for Baraila Wetland with Nasa's Multi-Temporal Landsat Dataset. *J Geogr Inf Syst*. 2015;
- [4] YANG R, LIU F, ZHANG G, ZHAO Y, LI D, YANG J, et al. Mapping Soil Texture Based on Field Soil Moisture Observations at a High Temporal Resolution in an Oasis Agricultural Area. *Pedosphere*. 2016;
- [5] Abrol IP, Khosla BK, Bhumbra DR. Relationship of texture to some important soil moisture constants. *Geoderma*. 1968;2(1):33–9.
- [6] BNPB. Risiko bencana Indonesia. BNPB. 2016;
- [7] Bronto S. Fasies gunung api dan aplikasinya. *Indones J Geosci*. 2006;
- [8] BMKG. Pusat Database BMKG [Internet]. Available from: <http://dataonline.bmkg.go.id/home>.