

APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFI UNTUK IDENTIFIKASI BATUAN KAPUR

Alifah Noraini¹, Jasmani², I Nyoman Sudiasa³

Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang, email: alifah.aini09@gmail.com

ARTICLES INFORMATION

Article status:

Received: 14 February 2023

Accepted: 06 March 2023

Published online: 31 March 2023

Keywords:

GIS, Landsat 9, Limestone, Remote sensing

Kata kunci:

Batuan kapur, Landsat 9, Penginderaan jauh, SIG

Correspondent affiliation:

1. Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang
2. Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang
3. Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang

Correspondent email:

1. alifah.aini09@gmail.com
2. jasmani@ftsp.itn.ac.id
3. nyomansudiasa@yahoo.co.id

ABSTRACT

Indonesia is a rich country of mineral and metal mines, one of which is limestone. However, this potential has not been optimally utilized by communities around the limestone area, one of which is Babat District, Lamongan Regency. The purpose of this research to identify the potential of limestone, remote sensing and Geographic Information Systems (GIS) can be applied. Advantage of remote sensing methods is the time and cost efficiency used. In this activity, a scoring method was carried out using land cover parameters, vegetation index, land surface temperature, and geological elements. Landsat 9 satellite imagery is used, which is consist of 11 channels with characteristics, Topographic Map of Indonesia Lamongan District scale 1:25,000, and Geological Map scale 1:25,000. Result of the NDVI calculation process in the area study, obtained a vegetation index value with a value range between -0.189 to 0.568. vegetation index value of Babat is dominated by medium class with a range of 0.15 to 0.25. result of land cover classification produces 5 (five) classes i.e. non-agricultural areas, agricultural areas, open land, settlements, and waters. Babat is dominated by non-agricultural land cover class with 53.29%. The scoring results from the four parameters show that Babat is dominated by medium potential of limestone classes with 47.88% of total area.

Indonesia merupakan negara kaya tambang mineral dan logam, salah satunya batuan kapur. Namun, potensi tersebut belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat sekitar pegunungan kapur, salah satunya di Kecamatan Babat, Kabupaten Lamongan. Tujuan dari penelitian ini untuk mengidentifikasi potensi batu kapur dapat mengaplikasikan ilmu penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis. Kelebihan metode penginderaan jauh adalah efisiensi waktu dan biaya yang digunakan. Dalam kegiatan ini dilakukan metode skoring menggunakan parameter tutupan lahan, indeks vegetasi, suhu permukaan tanah, dan unsur geologi. Data yang digunakan berupa data citra satelit Landsat 9 yang terdiri dari 11 saluran kanal dengan karakteristik, Peta Rupa Bumi Indonesia Kabupaten Lamongan skala 1:25.000 dan Peta Geologi skala 1:25.000. Hasil proses perhitungan NDVI dalam studi area, diperoleh nilai indeks vegetasi dengan rentang nilai antara -0,189 hingga 0,568. Nilai indeks vegetasi Kecamatan Babat didominasi oleh kelas sedang dengan rentang 0,15 hingga 0,25. Hasil klasifikasi tutupan lahan menghasilkan 5 kelas, yaitu kelas daerah bukan pertanian, daerah pertanian, lahan terbuka, permukiman, dan perairan. Kecamatan Babat didominasi oleh kelas tutupan lahan daerah bukan pertanian dengan persentase 53,29%. Hasil skoring dari keempat parameter menunjukkan bahwa Kecamatan Babat didominasi oleh kelas batuan kapur dengan potensi sedang dengan persentase 47,88% dari seluruh luas wilayah.

Copyright © 2023jppgeography-UNILA

This open access article is distributed under a

Creative Commons Attribution (CC-BY) 4.0 International license

PENDAHULUAN

Selain dikenal sebagai negara maritim, Indonesia merupakan negara kaya tambang mineral dan logam, salah satunya batuan kapur (*limestone*) (Annisa.dkk, 2020). Pegunungan kapur membentang dari barat ke timur, mulai dari Sumatra, pegunungan di Jawa Tengah hingga ke Jawa Timur. Namun, potensi tersebut belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat sekitar pegunungan kapur. Permasalahan tersebut dialami oleh masyarakat Kecamatan Babat, Kabupaten Lamongan, Provinsi Jawa Timur. Kecamatan Babat memiliki luas wilayah adalah 63,39 Km². Luas lahan Kecamatan Babat terbagi dalam beberapa penutup lahan, misalnya permukiman, daerah pertanian, daerah bukan pertanian, lahan terbuka, badan air, dan sebagainya. Secara umum Kecamatan Babat memiliki ciri geologis berupa lahan tanah putih dan tanah liat.

Kekayaan sumber daya mineral berupa batuan kapur berpotensi untuk dieksplorasi sebagai sumber kekayaan mineral. Terdapat potensi batuan kapur di Desa Sendangagung, Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan. Desa Sendangagung merupakan bagian dari kawasan Pegunungan Kendeng Utara yang kaya akan bahan galian golongan C berupa batu kapur (Sutrisno, 2019). Karakteristik batuan kapur meliputi analisis kimia dan mineralogy (Souza dan Braganca, 2017). Untuk mengidentifikasi potensi batu kapur dapat mengaplikasikan ilmu penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Kelebihan metode penginderaan jauh adalah efisiensi waktu dan biaya yang digunakan. Metode penginderaan jauh dapat menggunakan data citra foto maupun citra satelit untuk parameter tutupan lahan. Ditinjau dari pengambilan data, citra foto udara lebih unggul daripada citra satelit. Apabila wilayah yang digunakan tertutup oleh awan, pengambilan data dapat diulang tanpa menunggu *cycle period* seperti pada citra satelit.

Sistem penginderaan jauh sebenarnya bekerja dalam dua domain, yaitu domain elektromagnetik dan domain ruang. Pada prinsipnya setiap benda memantulkan atau memancarkan gelombang elektromagnetik. Apabila pada suatu luasan tertentu terdapat beberapa jenis benda, maka masing-masing benda memberikan pantulan dan atau pancaran elektromagnetik yang dapat diterima oleh suatu sensor. Dengan demikian, kehadiran suatu benda dideteksi berdasarkan pantulan atau pancaran elektromagnetik yang dilakukan oleh benda itu, asal karakteristik pantulan atau pancaran elektromagnetiknya telah diketahui (Danoedoro 1996). Sistem penginderaan jauh terdiri atas beberapa komponen yang terintegrasi dalam satu kesatuan. Komponen – komponen tersebut meliputi sumber tenaga, atmosfer, obyek, sensor dengan wahana, pengolahan data, interpretasi / analisis dan pengguna. Radiasi elektromagnetik yang mengenai suatu obyek kenampakan di muka bumi akan berinteraksi dalam bentuk pantulan, serapan dan transmisi. Dalam proses tersebut, ada tiga hal penting, yaitu bagian tenaga yang diserap, dipantulkan dan ditransmisikan akan berbeda untuk setiap obyek yang berbeda tergantung pada jenis materi dan kondisinya sehingga memungkinkan untuk membedakan obyek pada citra. Hal lain adalah ketergantungan pada panjang gelombang obyek, berarti bahwa pada suatu obyek yang sama akan berbeda pada panjang gelombangnya (Lillesand, Keifer, dan Chipman, 2004).

Pemetaan batuan kapur berdasarkan citra satelit dapat dilakukan menggunakan 2 (dua) metode, yaitu dideteksi melalui komposit warna dan pengharkatan (skoring) dalam Sistem Informasi Geografi (SIG). Citra satelit yang telah dikompositkan kemudian diklasifikasi sesuai kenampakan warna. Sedangkan pada metode skoring menggunakan parameter tutupan lahan, indeks vegetasi, suhu, dan unsur geologi.

METODE

Data yang digunakan berupa data citra satelit Landsat 9, Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1:25.000, dan Peta Geologi skala 1:25.000. Data citra satelit Landsat 9 di-*download* melalui laman <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Hasil perekaman citra Landsat 9 yang digunakan tanggal 18 Juni 2022, Kecamatan Babat terdapat pada path 119 raw 065 yang terdiri dari 11 saluran kanal dengan karakteristik sesuai Tabel 1.

Skoring dan pembobotan merupakan suatu teknik pengambilan keputusan yang melibatkan berbagai parameter secara bersamaan dengan memberi bobot pada masing-masing parameter. Majid (2017) menggunakan 4 (empat parameter) untuk pemetaan potensi batuan kapur menggunakan metode penginderaan jauh dan sistem informasi geografis, yaitu suhu, tutupan lahan, unsur geologi, dan indeks vegetasi. Metode pengharkatan (skoring) terdiri dari 2 (dua) tahap pengolahan data, yaitu pembuatan Peta Tutupan Lahan dan Peta Indeks Vegetasi. Proses pembuatan Peta Tutupan Lahan menggunakan metode *Maximum Likelihood Classification* (MLC) yang mengklasifikasikan tutupan lahan pada citra satelit

berdasarkan kemiripan area sekitarnya. Klasifikasi kelas tutupan lahan mengacu pada SNI 7645-1: 2014 dan kenampakan objek pada citra satelit yang dibagi menjadi 5 (lima) kelas, yaitu kelas daerah pertanian, daerah bukan pertanian, lahan terbuka, permukiman dan perairan.

Tabel 1. Karakteristik Landsat 9

Komponen	Keterangan
Science instruments	OLI-2; TIRS-2
OLI-2 build	Ball Aerospace & Technology Corp.
TIRS-2 build	NASA Goddard Space Flight Center
Design life	5 years
Image data	>700 scenes per day
Launch data	September 27, 2021
Launch location	Vandenberg Space Force Base, California
Orbit	Near-polar, sun synchronous at an altitude of 438 miles (705 km)
Orbital inclination	98.2°
Spacecraft speed	16,760 mi/hr (26,972 km/hr)
Band	Operational Land Imager 2 (OLI-2), 9 (nine) spectral band: <ul style="list-style-type: none"> • Band 1 visible (0.43 – 0.45 μm) 30 m • Band 2 visible (0.45 – 0.51 μm) 30 m • Band 3 visible (0.53 – 0.59 μm) 30 m • Band 4 red (0.64 – 0.67 μm) 30 m • Band 5 near-infrared (0.85 – 0.88 μm) 30 m • Band 6 SWIR 1 (1.57 – 1.65 μm) 30 m • Band 7 SWIR 2 (2.11 – 2.29 μm) 30 m • Band 8 Panchromatic (PAN) (0.50 – 0.68 μm) 30 m • Band 9 Cirrus (1.36 – 1.38 μm) 30 m Thermal Infrared Sensor 2 (TIRS-2), 2 (two) spectral bands: <ul style="list-style-type: none"> • Band 10 TIRS 1 (10.6 – 11.9 μm) 100 m • Band 11 TIRS 2 (11.5 – 12.51 μm) 100 m

Sumber: landsat.gsfc.nasa.gov, 2021

Perhitungan nilai indeks vegetasi merupakan bagian dari proses estimasi suhu permukaan tanah. Nilai radian citra satelit Landsat 9 dikonversi menjadi nilai *Top of Atmospheric* (ToA) (Copernicus, 2021) berdasarkan Persamaan (1).

$$L\lambda = M_L * Q_{cal} + A_L \tag{1}$$

Keterangan:

- Lλ : radian spectral (W/Cm2*Sr*μm)
- ML : Faktor skala perkalian radian (radiance multiplicative scalling factor) saluran citra
- AL : Faktor skala kenaikan radian (radiance additive scalling factor) saluran citra
- QCAL : nilai DN

Setelah proses koreksi radiometric selesai, dilakukan konversi nilai radian ke nilai brightness temperature dalam satuan °celcius dengan menggunakan persamaan:

$$BT = \left(\frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L\lambda} + 1\right)} \right) - 273,15 \tag{2}$$

Keterangan:

- BT : Brightness Temperature (°C)
- K1 : nilai konstan saluran termal metadata
- K2 : nilai konstan saluran termal metadata

Table 2. Nilai K1 and K2

No	Thermal constant	Band 10
1	K1	799.0284
2	K2	1329.2405

Sumber: U.S.Geological Survey, 2021

Nilai indeks Vegetasi dihasilkan dari pengolahan citra satelit metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) Landsat 9 menggunakan saluran kanal 4 (*red*) dan 5 (*near infrared*). Adapun metode NDVI menggunakan persamaan (4).

$$NDVI = \frac{(b5-b4)}{(b5+b4)} \dots\dots\dots \text{Persamaan (3)}$$

Keterangan:

- B5 : saluran kanal 5
- B4 : saluran kanal4

Selanjutnya dilakukan proses perhitungan propotion of vegetation (Pv) dengan menggunakan persamaan (5). Proportion of vegetation merupakan persentase vegetasi tanah dalam proyeksi vertical. Nilai Pv sangat erat kaitannya dengan NDVI (Twumasi.et al, 2021).

$$Pv = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2 \dots\dots\dots \text{Persamaan (4)}$$

Keterangan:

- NDVI : nilai NDVI hasil pengolahan
- NDVI min dan max : nilai minimal dan maksimal NDVI hasil pengolahan

Dari hasil proses Pv, selanjutnya dihitung emisivitas dan estimasi nilai suhu permukaan dengan menggunakan persamaan (5) dan (6).

$$LSE = 0.004 * Pv + 0.986 \dots\dots\dots \text{Persamaan (5)}$$

Keterangan:

Pv = nilai propotion of vegetation (Pv) yang diperoleh dari proses sebelumnya

$$LST = BT / (1 + ((\lambda * BT / \rho) \ln e)) \dots\dots\dots \text{Persamaan (6)}$$

Keterangan:

- BT: nilai DN dari proses konversi radian ke brightness temperature (°C)
- λ : nilai DN dari lokasi yang akan dihitung LST nya
- ρ : 0.01438
- e : nilai LSE yang diperoleh dari proses sebelumnya

Hasil klasifikasi tutupan lahan, indeks vegetasi, dan suhu ditambahkan klasifikasi unsur geologi untuk dilakukan proses skoring. Proses skoring mengacu pada Tabel 3. Nilai 4 (empat) parameter tersebut dijumlahkan dan diklasifikasikan sesuai interval kelas. Berikut merupakan rumus perhitungan interval kelas:

$$\text{Interval kelas} = \frac{(\text{Nilai kelas maksimum} - \text{Nilai kelas minimum})}{\text{banyak kelas}} \dots\dots \text{Persamaan (7)}$$

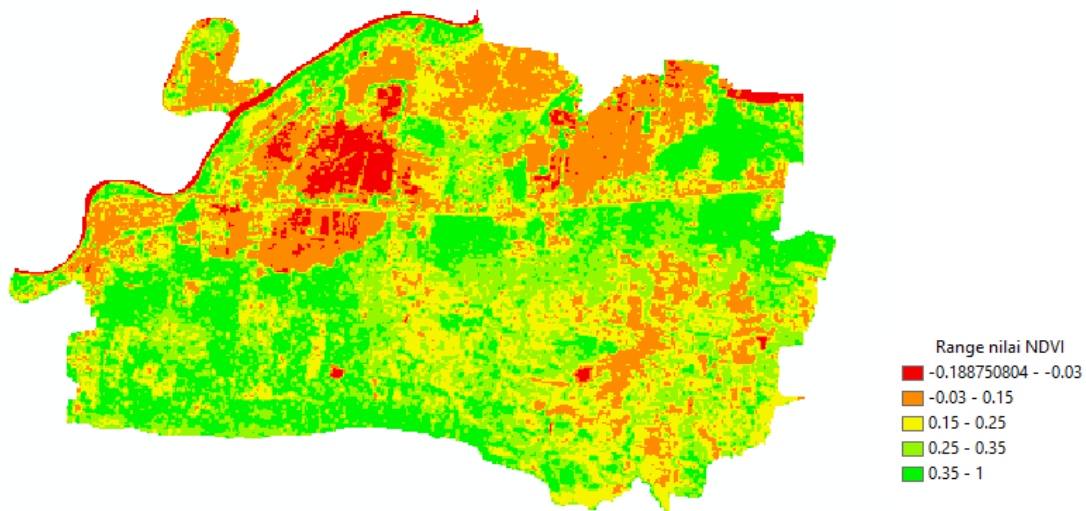
Tabel 3. Klasifikasi potensi batuan kapur

No	Klasifikasi potensi batuan kapur
1	Potensi sangat rendah
2	Potensi rendah
3	Potensi sedang
4	Potensi tinggi
5	Potensi sangat tinggi

Sumber: Hasil penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter yang digunakan untuk menentukan potensi batuan kapur terdiri dari 4 (empat) parameter yaitu: indeks vegetasi, tutupan lahan, suhu permukaan tanah, dan geologi wilayah. Tingkat kerapatan vegetasi pada citra satelit dapat ditunjukkan oleh besarnya nilai NDVI. Hal ini disebabkan nilai NDVI memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap perubahan kerapatan tajuk vegetasi. Nilai indeks NDVI ini mempunyai rentang dari -1 (minus 1) hingga +1 (positif 1) (Uddin and Swampnil, 2021). Hasil proses perhitungan NDVI dalam studi area, diperoleh nilai NDVI dengan rentang nilai antara -0,189 hingga 0,568.



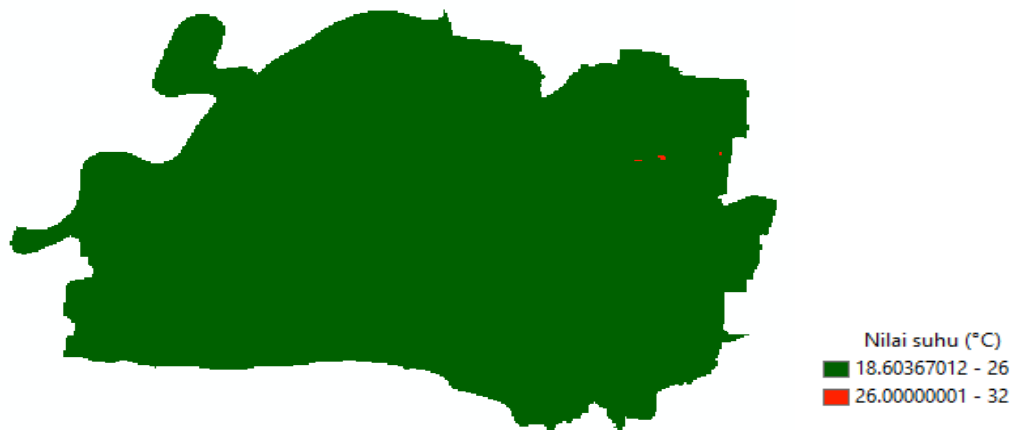
Gambar 1. Klasifikasi NDVI Kecamatan Babat Tahun 2022

Tabel 4. Luas Indeks Vegetasi Kecamatan Babat Tahun 2022

Klasifikasi indeks vegetasi	Luas (ha)	Persentase (%)
Kehijauan tinggi	1,545.79	3,72
Kehijauan sedang	1,672.45	26,06
Kehijauan rendah	1,579.37	24,61
Kehijauan sangat rendah	1,382.14	21,53
Lahan tidak bervegetasi	238.51	24,08

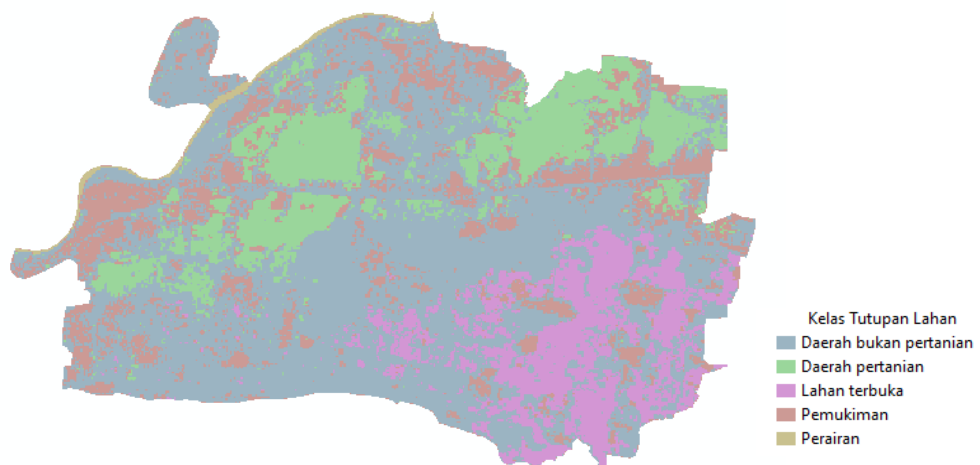
Sumber: Hasil penelitian

Hasil klasifikasi indeks vegetasi menunjukkan bahwa Kecamatan Babat tahun 2022 didominasi oleh tingkat kehijauan sedang dengan persentase 26,06%. Parameter kedua adalah suhu permukaan tanah. Nilai suhu permukaan tanah didapatkan dengan memanfaatkan band 10 pada citra satelit Landsat 9 dan diekstraksi menggunakan algoritma Mono-window tersaji dalam Gambar 2. Dari gambar tersebut menunjukkan bahwa suhu tertinggi sebesar 26°C – 32°C.



Gambar 2. Estimasi Suhu Permukaan Tanah Kecamatan Babat Tahun 2022
Sumber: Hasil penelitian

Parameter ketiga adalah tutupan lahan. Tutupan lahan diperoleh dari klasifikasi menggunakan kanal 4, 3, dan 2. Klasifikasi tutupan lahan pada citra satelit bertujuan untuk mengetahui kelas penutup lahan yang terdapat di wilayah Kecamatan Babat. Klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode Maximum Likelihood dengan kelas penutup lahan mengacu pada SNI 7645-1: 2014 tentang klasifikasi penutup lahan. Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa kelas penutup lahan di Kecamatan Babat terdiri dari 5 (lima) kelas, yaitu kelas daerah bukan pertanian, pertanian, lahan terbuka, permukiman, dan perairan.



Gambar 3. Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan Kecamatan Babat Tahun 2022
Sumber: Hasil penelitian

Hasil klasifikasi tutupan lahan Kecamatan Babat tahun 2022 didominasi oleh penutup lahan daerah bukan pertanian seluas 3.420, 41 ha dengan persentase 53, 29%.

Tabel 5. Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan Kecamatan Babat Tahun 2022

Kelas tutupan lahan	Luas (ha)
Daerah bukan pertanian	3,420.41
Daerah pertanian	1,059.52
Lahan terbuka	798.75
Pemukiman	1,089.47
Perairan	50.48

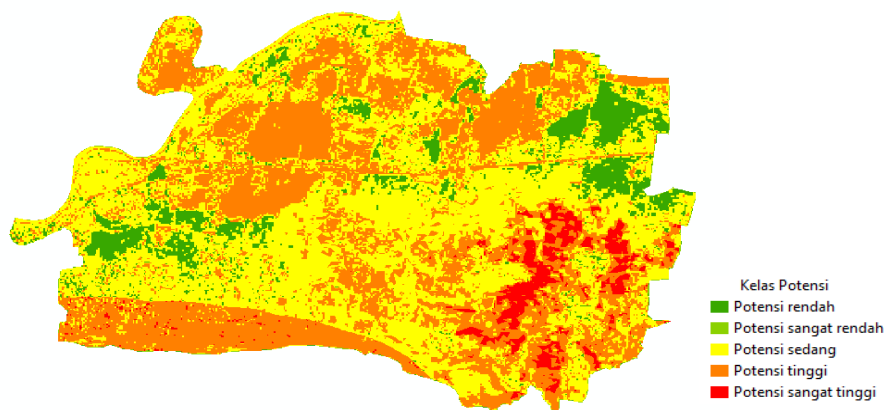
Sumber: Hasil penelitian

Hasil skoring dari keempat parameter menunjukkan bahwa Kecamatan Babat didominasi oleh kelas potensi sedang batuan kapur. Secara rinci luas potensi batuan kapur terdapat dalam Tabel 6. Kecamatan Babat didominasi oleh potensi sedang dengan luas 3.082,61 ha dengan persentase 47,88% dari seluruh luas wilayah.

Tabel 6. Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan Kecamatan Babat Tahun 2022

Kelas potensi	Luas (ha)
Potensi sangat rendah	22.92
Potensi rendah	552.26
Potensi sedang	3,082.61
Potensi tinggi	2,550.08
Potensi sangat tinggi	229.80

Sumber: Hasil penelitian



Gambar 4. Hasil Klasifikasi Potensi Batuan Kapur Kecamatan Babat Tahun 2022

Sumber: Hasil penelitian

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan ini adalah pemetaan potensi batuan kapur berdasarkan metode skoring di Kecamatan Babat, Kabupaten Lamongan didominasi oleh klasifikasi potensi sedang, sehingga keberlanjutan pemanfaatan potensi batuan kapur dapat direncanakan. Perencanaan pemanfaatan potensi batuan kapur harus memperhatikan faktor lingkungan, sehingga potensi batuan kapur dapat dipergunakan secara maksimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang.

REFERENSI

- Annisa, W., Manyoe, I.N., Mubarak, A.K., Napu, S.S.S., Pratama, I.G., Fatimah, S. (2020). Chemical content analysis of coral limestone as prospecting of extractive development in Gorontalo City. IOP Conference Series: Earth and Environment Science. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/589/1/012021>
- BSN. (2014). SNI 7645-1: 2014 tentang klasifikasi penutup lahan. www.bsn.go.id. [Online] Available at: www.bsn.go.id
- Danoedoro, P., (2012). Pengantar Penginderaan Jauh Digital. Pertama ed. Yogyakarta: Penerbit Andi

- Majid, D. A., (2017). Pemetaan Potensi Batuan Kapur Menggunakan Metode Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Tuban, Surabaya: Departemen Teknik Geomatika ITS Surabaya
- Souza, F. D., dan Braganca, S.R. (2017). Evaluation of Limestone Impurities in the Desulfurization Process of Coal Combustion Gas. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 34 (01), 263-272. <https://doi.org/10.1590/0104-6632.20170341s20150168>
- Sutrisno, K. A. (2019). Gerakan Protes Masyarakat Desa Sendangagung terhadap Penambangan Batu Kapur Tahun 2000 – 2010. Skripsi. Program Studi Ilmu Sejarah, Universitas Jember
- T. M. Lillesand, R. W. K. J. W. C., (2004). *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York: Wiley
- Twumasi, Y.A, Merem, E.C., Namwamba, J.B., Mwakimi, O.S., Silva, T.A., Frimpong, D.B., Ning, Z. H., Annan, J.B., Oppong, J., Loh., P.M., Owusu, F., Jeruto, V., Petja, B.M., Okwemba, R., Peralta, J.M., Akinrinwoye, C.O., and Mosby, H.J. (2021). Estimation of Land Surface Temperature from Landsat-8 OLI Thermal Infrared Satellite Data. A Comparative Analysis of Two Cities in Ghana. *Advanced in Remote Sensing*, 10, 131-149. <https://doi.org/10.4236/ars.2021.104009>
- U.S.Geological Survey (2021). Landsat 9. landsat.gsfc.nasa.gov
- U.S.Geological Survey. (2022). EarthExplorer-Home. Satellite Data. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Uddin, M.J., and Swanpil, F.J. (2021). Land Surface Temperature (LST) Estimation at Kushtia District, Bangladesh. *Journal of Civil Engineering, Science and Technology*, 12 (2), 214-228. <https://doi.org/10.33736/jcest.3985.2021>