

Kajian Investigasi Potensi dan Eksplorasi Morfologi Gumuk di Kabupaten Jember Menggunakan Penginderaan Jauh

Januar Fery Irawan^{1*}, Haeruddin², Siti Aminah³, Fanteri Aji DS⁴, Miftakhul Ulum⁵

^{1,2,3,4,5}Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jawa Timur, Indonesia

*Corresponding E-mail: januar.teknik@unej.ac.id

ABSTRAK

Gumuk merupakan ciri khas morfologi yang tidak ditemukan dimanapun kecuali di pegunungan aktif. Keunikan ini disebabkan oleh bentuk perbukitan yang terisolasi dengan morfologi dataran yang terbentuk pada setting geologinya. Keberadaan Gumuk yang tersebar di Jember telah ditambang sehingga menyebabkan jumlahnya menurun drastis. Gumuk di Kabupaten Jember memiliki bentang alam unik berbentuk bukit dengan ketinggian lebih dari 2 meter. Gumuk di Jember tersusun mulai dari Gunung Raung ke arah barat daya hingga Kabupaten Jember. Terdapat beberapa jenis (tiga) jenis bukit pasir yang berbeda berdasarkan jenis batuan yang dikandungnya, yaitu bukit pasir batu, bukit karang, dan bukit pasir. Saat ini keberadaan Gumuk telah dimanfaatkan sebagian untuk kebutuhan bahan bangunan. Permasalahan yang dihadapi saat ini adalah potensi tiang pancang selain sebagai kebutuhan bahan bangunan belum diteliti. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan yang efektif melalui identifikasi potensi bukit pasir melalui penelitian green mining agar permasalahan lingkungan dapat diminimalkan saat dilakukan eksplorasi bukit pasir. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan teknologi eksplorasi bukit pasir berbasis green mining, sehingga pengolahan pada setiap bukit pasir dapat dilakukan dengan tepat. Tahapan penelitian dilakukan dengan mengamati gambar. Setelah observasi dilakukan, data lapangan diperlukan untuk memvalidasi dan memverifikasi pola bukit pasir. Penelitian ini menggunakan penginderaan jauh dengan teknik terbimbing berdasarkan data di lapangan dan peta geologi. Berdasarkan hasil penginderaan jauh ditemukan adanya 4 Kelas dalam Perubahan Penggunaan Lahan Pasca Operasi Penambangan yang dilakukan oleh masyarakat sekitar lokasi tambang.

Kata kunci : jauh, penginderaan, gumuk, pemetaan, terbimbing

ABSTRACT

Hummock is a typical morphology that is not found anywhere except in the active mountains. This uniqueness is due to the isolated hill shape with plain morphology formed in the geological setting. The existence of Gumuks dissiminated in Jember has been mined, causing their numbers to decrease drastically. Hummock in Jember district has a unique hill-shaped landscape with a height of over 2 meters. Hummocks in Jember are arranged from Raung Mount to the southwest to Jember Regency. There are several types (three) types of dunes that differ from the type of rock contained, namely rock dunes, coral dunes and sand dunes. At this moment, the existence of Hummock has been partially used for building material needs. The problem faced now is that the potential for piles other than as a building material requirement has not yet been researched. Therefore, effective management is needed through the identification of potential dunes through green mining research so that environmental problems are minimized when dune exploration is carried out. The purpose of this study was to find a green mining-based dune exploration technology, so that the treatment of each dune can be carried out appropriately. The stages of the research were carried out by observing the images. After the observations are made, field data is needed to validate and verify the pattern of dune. The research used remote sensing with guided techniques based on data in the field and geological maps. Based on remote sensing results it was found that there were 4 Classes in Land Use Change after Mining Operation carried out by people around the mine site.

Keywords : remote, sensing, hummock, mapping, supervised.

I. PENDAHULUAN

Gumuk merupakan sumber daya alam tak terbarukan di Kabupaten Jember yang banyak dimanfaatkan sebagai

sumber bahan bangunan. Menurut terjadinya, gumuk terbentuk di wilayah vulkanik akibat adanya longsoran dengan gerakan luncuran debris [1]. Keberadaan bukit

pasir semakin berkurang seiring berjalannya waktu. Namun pola dan keberadaan bukit pasir serta fungsinya terhadap lingkungan belum diteliti. Berbagai instrumen yang digunakan dalam eksplorasi berbasis pertambangan hijau perlu diciptakan. Kemampuan untuk mendeteksi mineral ekonomi cepat dan menghitung sumber daya secara akurat dengan biaya yang relatif rendah diperlukan. Selain itu, pengelolaan lingkungan hidup usaha pertambangan seperti air tanah dan air permukaan, sedimentasi, erosi, serta aliran dan kualitas udara perlu dilakukan dengan instrumen pemantauan yang akurat dan cepat.

Menurut [2], Pengelolaan Kawasan Gumuk sangat penting karena menjadi pelindung kawasan angin puting beliung yang terjadi di Kabupaten Jember. Namun, pengelolaan Gumuk tidak memberikan arah yang jelas dengan kenyataan bahwa penggunaan lahan yang memiliki morfologi gumuk sering berubah-ubah. Dalam pemanfaatan lahan gumuk seharusnya tidak berada pada daerah konservasi sebagaimana pemanfaatan bahan galian industri pada kawasan Karst. Oleh karena itu, diperlukan suatu instrumen untuk melihat keberadaan gumuk dan sebarannya.

Instrumen-instrumen perangkat keras maupun perangkat lunak, dapat digunakan untuk mendukung proses penambangan gumuk berbasis green mining yang terintegrasi. Salah satu teknologi untuk mengintegrasikan hal tersebut adalah GIS berbasis penginderaan jauh. Sedangkan hardware adalah pesawat yang digunakan untuk menjangkau suatu area, sedangkan algoritma software digunakan untuk memetakan geometri dan mendeteksi kandungan mineral pada batuan dari jarak jauh. Setelah itu dilakukan proses perhitungan cadangan dengan menggunakan dan menganalisis sampel untuk menghitung kandungan lebih detail [3]. Konten ini kemudian dikonversi menjadi nilai cadangan secara akurat. Setelah menghitung cadangan, dilakukan perhitungan investasi untuk usaha pertambangan. Pembuatan rancangan perencanaan tambang juga diperlukan untuk memperoleh target industri. Perencanaan penambangan kemudian juga memerlukan pemantauan di lapangan terhadap kestabilan lereng atau bawah tanah serta pengendalian air dan udara serta sedimentasi dan erosi.

Informasi mengenai suatu objek, area atau fenomena dengan menganalisis data diperoleh dengan menggunakan alat tanpa bersentuhan langsung dengan objek, area atau fenomena yang diteliti melalui penginderaan jauh [4-5]. Informasi mengenai suatu benda diperoleh dari sensor dengan cara mendeteksi gelombang elektromagnetik yang datang dari benda tersebut, baik yang dipantulkan, dipancarkan, maupun dihamburkan balik.

Energi elektromagnetik yang mengenai suatu benda mengalami lima reaksi yaitu ditransmisikan, diserap, dipancarkan, dihamburkan, dipantulkan [6]. Sifat optik air akan sangat mempengaruhi kemampuan energi

elektromagnetik untuk diradiasikan, misalnya warna air di darat dipengaruhi oleh kandungan klorofil dan kekeruhannya, lebih khusus lagi warna air di darat dipengaruhi oleh sifat-sifat air, sifat fisik dan kimia dasar laut. Faktor yang mempengaruhi respon spektral suatu benda ada tiga, yaitu bahan yang terkandung dalam benda, kekasaran permukaan tanah, kedalaman dasar badan tanah yang akan memberikan kontribusi yang berbeda-beda terhadap respon spektral yang dihasilkan. Kebanyakan penginderaan jauh bekerja pada panjang gelombang yang dipantulkan sehingga karakteristik gelombang yang dipantulkan dari benda – benda yang ada di permukaan bumi sangatlah penting [7-9]. Dengan penerapan teknologi penginderaan jauh [10-12], dapat dilakukan pemetaan yang tepat dan akurat sehingga dapat diketahui potensi dan cadangan mineral industri.

Penelitian yang dilakukan sebelumnya adalah observasi geolistrik. Kelemahan penelitian ini adalah sulitnya mengidentifikasi gumuk secara keseluruhan karena penelitian dengan metode tersebut memerlukan waktu yang lama untuk mengkaji keberadaan gumuk yang ada di Kabupaten Jember. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi pola morfologi yang terdapat pada Gumuk dengan menggunakan penginderaan jauh. Dengan mengetahui pola berdasarkan pengamatan citra satelit, morfologi Gumuk dapat diidentifikasi dengan cepat, sehingga dapat ditentukan prioritas pengelolaan gumuk.

II. METODE PENELITIAN

Lokasi penelitian berada di Kabupaten Jember, Jawa Timur Indonesia. Bagian utara berbatasan dengan Kabupaten Probolinggo dan Bondowoso, bagian barat berbatasan dengan Kabupaten Lumajang, bagian selatan berbatasan dengan Samudera Hindia, bagian timur berbatasan dengan Kabupaten Banyuwangi.

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua pendekatan terpadu. Metode pemetaan morfologi Gumuk yang digunakan adalah metode geologi lapangan, artinya seluruh aspek yang berkaitan dengan mineral didasarkan pada pengamatan geologi permukaan. Beberapa aspek tersebut antara lain, luas sebaran dan volume setiap jenis bahan galian, pengamatan sampel untuk analisis laboratorium, dan evaluasi hasil penelitian. Setelah prediksi diketahui, langkah selanjutnya adalah survei lapangan berdasarkan interpretasi peta dan data citra, serta pengambilan sampel penggunaan lahan. Peta sebaran kemudian ditentukan dari Landsat TM+ dengan melakukan analisis citra menggunakan Software ER Mapper.

Metode Maximum Likelihood Classifier merupakan salah satu metode klasifikasi piksel yang sangat populer dalam penginderaan jauh. Jika Likelihood Lk kita definisikan sebagai kemungkinan (probabilitas) suatu

piksel menjadi anggota kelas k, maka secara matematis rumusnya dapat ditampilkan menurut persamaan 1 [12].

$$L_k = P\left(\frac{k}{X}\right) = \frac{P(k) \times P\left(\frac{X}{k}\right)}{P(i) \times P\left(\frac{X}{i}\right)} \quad (1)$$

Dimana :

P(k) : probabilitas untuk kelas k

X/k : probabilitas bersyarat untuk observasi X dari kelas k (fungsi kepadatan probabilitas)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Citra satelit penginderaan jauh yang memberikan pandangan luas memungkinkan geologi berskala besar seperti struktur lipatan, patahan, batas batuan dapat terlihat dan lain sebagainya. Selain itu, satelit juga menunjukkan bahwa permukaan bumi bersifat multispektrum. Artinya mampu melihat atau mendeteksi berbagai panjang gelombang elektromagnetik, termasuk yang berada di luar rentang panjang gelombang yang dapat dilihat mata kita, seperti inframerah atau gelombang mikro. Data satelit LANDSAT *Thematic Mapper* (TM). Data ini memiliki 7 pita panjang gelombang dari tampak (0,45 mm) hingga inframerah (12,50 mm). Salah satu proses yang digunakan adalah penyajian citra komposit berwarna menggunakan baris data 4, 5 dan 2 yang masing-masing diberi warna merah, hijau, dan biru. Sebelum digabungkan, gambar-gambar tersebut dikoreksi secara geometris dan radiometrik. Komposit warna data Landsat TM 452 menunjukkan hubungan yang baik dengan kondisi geologi. Formasi batugamping (karst), konglomerat, greywacke dan batulumpur tampak berwarna merah kekuningan, membentuk topografi berbukit, tekstur sederhana. Batu kapur sangat mudah dikenali karena warnanya hijau kekuningan dan mempunyai topografi karst yang berbeda dengan batuan disekitarnya. Citra satelit dibedakan menjadi dua yaitu citra satelit cuaca dan citra satelit sumber daya alam. Sensor Landsat – TM memiliki 7 saluran dengan resolusi spasial 30 meter dan 120 meter khusus saluran 6. Gambar memberikan cakupan 185 x 185 km².

3.1. Pengamatan Gumuk di Lapangan

Sebelum melakukan klasifikasi, informasi tematik yang ingin diperoleh harus dibagi ke dalam kelas-kelas. Penentuan kelas klasifikasi merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan proses klasifikasi. Kelas klasifikasi dibuat sesuai kebutuhan. Interpretasi visual gambar dapat diartikan sebagai kegiatan visual mencermati citra satelit yang memperlihatkan gambaran permukaan bumi yang tergambar dalam citra dengan tujuan untuk mengidentifikasi objek dan menilai luasan. Interpretasi citra merupakan kegiatan yang didasarkan pada pendeteksian dan identifikasi objek-objek di permukaan bumi pada citra satelit.



Gambar 1. Gumuk Tidak Terganggu

Teknik interpretasi citra penginderaan jauh digunakan melaksanakan pekerjaan interpretasi citra dengan mudah dengan memperoleh hasil interpretasi dengan tingkat ketelitian dan kelengkapan yang baik. Dalam klasifikasi ini, hue dan warna merupakan unsur pengenalan utama atau primer suatu objek dalam penelitian ini. Fungsi utamanya adalah untuk mengidentifikasi batas-batas objek pada gambar.



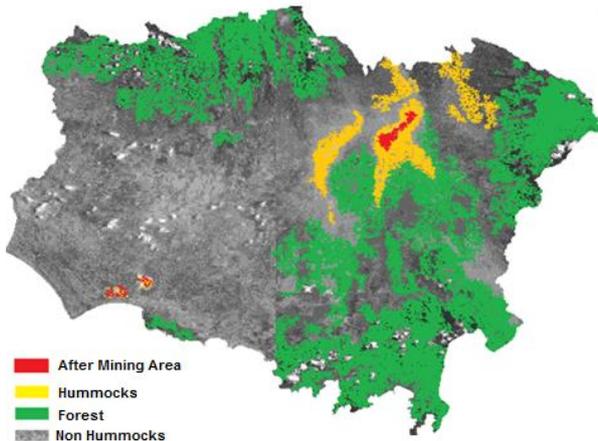
Gambar 2. Gumuk yang terganggu karena penambangan

Berdasarkan pengamatan di lapangan, gumuk masih belum terganggu oleh aktivitas pertambangan sebagai habitat reptil dan sumber mata air seperti yang terdapat di Desa Karangrejo Kecamatan Summersari seperti terlihat pada Gambar 1. Potensi lainnya adalah sebagai tempat pemakaman warga sekitar. Potensi gumuk yang mengandung endapan sedimen piroklastik merupakan bahan tambang yang baik untuk konstruksi bangunan sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 2.

3.2. Klasifikasi Citra

Pada citra Landsat pita komposit 543 dapat dengan mudah dibedakan antara objek bervegetasi dan non-vegetasi, objek bervegetasi disajikan dengan warna hijau, lahan kering dengan warna merah. Gambar dengan pita komposit 543 memiliki keunggulan yaitu mudah membedakan objek yang memiliki kandungan air atau

kelembaban tinggi. Objek dengan tingkat kelembaban atau kadar air tinggi akan dihadirkan dengan rona lebih gelap yang kontras. Misalnya suatu benda yang berair akan tampak berwarna biru kehitaman dengan bentuk persegi yang teratur. Komposit ini membantu membedakan hutan rawa dengan hutan lahan kering, sawah dengan sawah tua, atau sawah dari awal tanam. Untuk mengenalkan objek citra lainnya, penulis menggunakan interpretasi citra Landsat ini, karena kelebihan citra Landsat adalah mempunyai saluran (band) yang lebih variatif/banyak dan telah banyak dalam membedakan tata guna lahan.

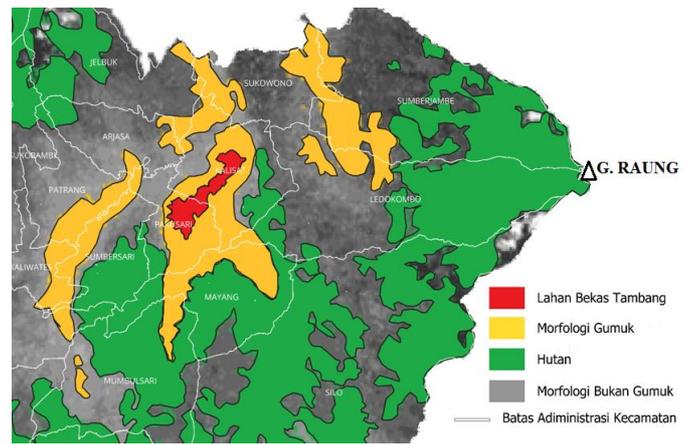


Gambar 3. Klasifikasi terbimbing

Pada analisis klasifikasi, hasil klasifikasi citra dikoreksi terhadap kesalahan yang terjadi, misalnya identifikasi tanah tandus di beberapa lokasi mempunyai warna yang sama dengan bayangan awan sehingga tergolong dalam kelas yang sama. Dengan menggunakan data survey di lapangan dan interpretasi visual, analisis dan identifikasi tutupan lahan telah diperbaiki. Hasil survei ini ditumpangsusunkan dengan citra untuk mengetahui keakuratan klasifikasi yang dihasilkan, yang kemudian digunakan untuk mengoreksi secara manual/visual. Hasil klasifikasi menunjukkan terdapat 4 penggunaan lahan yang berkaitan dengan gumuk pasir, yaitu gumuk pasir, gumuk terganggu, gumuk tidak terganggu, dan lahan bukan timbunan sampah seperti pada Gambar 3.

3.3. Eksplorasi Gumuk

Dalam kebijakan minerba tahun 2020, eksplorasi merupakan kegiatan yang dilakukan di awal pengelolaan sumberdaya mineral untuk mengetahui keberadaannya. Berdasarkan pemetaan dengan menggunakan citra Landsat TM 7 pita 543 yang ditampilkan dengan peta administrasi kecamatan di Kabupaten Jember seperti yang terlihat di gambar 4, diperoleh keberadaan gumuk ada di bagian Timur Laut Kabupaten Jember di dekat Wilayah Vulkanik G. Raung.



Gambar 4. Sebaran Gumuk dengan Batas Kecamatan

Sebaran gumuk terdapat pada 12 kecamatan di Kabupaten Jember. Luasan Gumuk mencakup 141,290 Km² dengan area 12,8993 Km² yang telah ditambang.

Sedangkan, di bagian selatan menurut [1] bukan masuk dalam katagori gumuk karena batuan yang menyusun morfologi gumuk bukan merupakan endapan piroklastik seperti yang diidentifikasi oleh [1] dan [13] dalam penelitian sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa klasifikasi dengan pita 543 memerlukan identifikasi secara geologis pada daerah yang sangat jauh dari sumber longoran yang jauh dari sumber Vulkanik.

IV. KESIMPULAN

Hasil klasifikasi Landsat TM 7 dengan metode terbimbing yang didukung dengan pengamatan geologi gumuk menunjukkan terdapat empat kelas yaitu kelas morfologi gumuk, vegetasi hutan, setelah lahan pertambangan dan lahan yang morfologinya bukan Gumuk.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dilakukan karena dana hibah internal KeRis. Peneliti mengucapkan terima kasih kepada LP2M Universitas Jember atas dukungan finansial yang diberikan untuk penelitian ini.

REFERENCES

- [1] Paguican, E.M.R., van Wyk de Vries, B. & Lagmay, A.M.F. Hummocks: how they form and how they evolve in rockslide-debris avalanches. *Landslides* 11, 67–80 (2014). <https://doi.org/10.1007/s10346-012-0368-y>
- [2] Saisabela, I. C., Fauziayah. ‘Tinjauan Yuridis Kebijakan Pemerintah Kabupaten Jember Terhadap Eksploitasi Gumuk’. *Mimbar Yustitia*. 1(2), 177, 180-181.
- [3] Januar Fery, I, Haeruddin, Faizin, N, Aminah, S, Fanteri Aji, D & Kristianta, FX (2020), "The use of remote sensing in mining prospecting in Situbondo,

- East Java, Indonesia", AIP Conference Proceedings, vol. 2278. <https://doi.org/10.1063/5.0014683>
- [4] Haeruddin and Januar Fery Irawan , (2020), "Identifying of the relationship between lineament density and vegetation index at Tumpangpitu Mining Area, East Java, Indonesia", AIP Conference Proceedings 2278, 020006 <https://doi.org/10.1063/5.0014701>
- [5] Marghany. M. (2022). Remote Sensing and Image Processing in Mineralogy (1st ed.). CRC Press <https://doi.org/10.1201/9781003033776>
- [6] Freek D. van der Meer, Harald MA van der Werff , Frank JA van Ruitenbeek , Chris A. Hecker , Wim H. Bakker, Marleen F. Noomen , Mark van der Meijde , E. John M. Carranza, J. Boudewijn de Smeth , Tsehaie Woldai , 2012, Penginderaan jauh geologi multi dan hiperspektral : Tinjauan, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Volume 14, Issue 1, pp 112-128.
- [7] Banerjee, Bikram & Raval , Simit . (2017). Remote Sensing to Advance Sustainable Mining Practices.
- [8] Nie , Xinran , Zhenqi Hu, Mengying Ruan , Qi Zhu, dan Huang Sun. 2022. "Remote-Sensing Evaluation and Temporal and Spatial Change Detection of Ecological Environment Quality in Coal-Mining Areas" *Remote Sensing* , no. 2: 345. <https://doi.org/10.3390/rs14020345>
- [9] Jinzhong, Yang & Yuling, Zhao & Weiling, Yao. (2020). Technical Research on Remote Sensing Monitoring of Green Mine. E3S Web of Conferences. 194.
- [10] Anca-Marina Vijdea, Stefan Sommer, Wolfgang Mehl, 2004, "Use of Remote Sensing For Mapping And Evaluation Of Mining Waste Anomalies At National To Multi-Country Scale", Institute for Environment and Sustainability (IES) Soil and Waste Unit I-21020 Ispra (Va), Italy
- [11] Ram Avtar, Akinola Adesuji Komolafe, Asma Kouser, Deepak Singh, Ali P. Yunus, Jie Dou, Pankaj Kumar, Rajarshi Das Gupta, Brian Alan Johnson, Huynh Vuong Thu Minh, Ashwani Kumar Aggarwal, Tonni Agustiono Kurniawan, (2020), "Assessing sustainable development prospects through remote sensing: A review, Remote Sensing Applications: Society and Environment, Volume 20, 100402, ISSN 2352-9385, <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100402>.
- [12] Rajyalakshmi, D. & Raju, K Kishore & Varma, G.P.. (2016). Taxonomy of Satellite Image and Validation Using Statistical Inference. 352-361. 10.1109/IACC.2016.72.
- [13] Irawan, J., Febriany, S., Saputra, A., & Faizal, S. (2021), "Studi Karakteristik Geologi Gumuk di Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember Jawa Timur Ditinjau dari Analisis Petrologi", *Jurnal*