

# METODE IDENTIFIKASI LAHAN PENAMBANGAN GALIAN C DI KABUPATEN TUBAN BERBASIS CITRA

(STUDI KASUS DI KECAMATAN MERAKURAK DAN BANCAR)

**Marita Ika Joesidawati\*, Suwarsih\*, Andik Adik Suryanto\*\***

\* Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas PGRI Ronggolawe

\*\* Fakultas Teknik, Universitas PGRI Ronggolawe

Correspondence Author: maritajoes@gmail.com

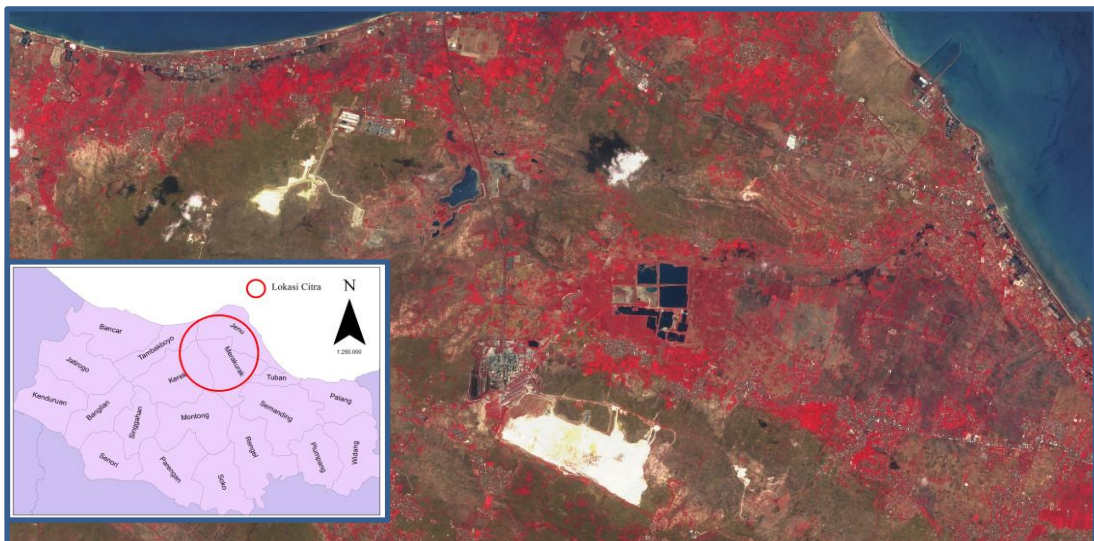
Info Artikel :	ABSTRACT
<p>Sejarah Artikel :</p> <p>Menerima : <b>10 Juni 2021</b></p> <p>Revisi : <b>17 Juni 2021</b></p> <p>Diterima : <b>5 Juli 2021</b></p> <p>Online : <b>31 Juli 2021</b></p> <p><b>Keyword :</b></p> <p><b>Remotesensing, GIS Object Based, Image Analysis, Mining C, Land cover change.</b></p>	<p><i>Excavation mining area C in Tuban Regency also needs to be monitored on an ongoing basis. There are differences in ex-mining land which visually with other activities such as plantations, land clearing, roads, and settlements require appropriate methods to identify these land differences. Therefore, the purpose of this study is to identify mining areas using the Image-Based Method. The research step is to process image data using the Object-Based Image Analysis (OBIA) method and the Multi-temporal Image-based digitization method to determine the accuracy of the location of the mining area in Tuban district in this case the mining area in Pongpongan village, Merakurak district and Latsari village, Bancar district. . The OBIA method uses Input Type One (that is, using the average value of scattering and standard deviation and brightness in one segment), and Input Type Two (the addition of GLCM features) Digitizing Method using three multitemporal images at each research location. The classification results based on OBIA with the nearest neighbour classification algorithm show that GLCM texture data (can increase accuracy by 0.3% and kappa value 0.2 compared to the classification results that do not use GLCM textures. Based on digitization results based on multitemporal images, it can be seen that there are additional productive mining areas, the addition of ex-addition areas and a decrease in other types of land cover, such as rice fields, vegetated open land or non-vegetated open land</i></p>
	INTISARI
<p><b>Kata Kunci :</b></p> <p><b>Penginderaan Jauh, Sistem Informasi Geografis, OBIA, Galian C, Perubahan penutupan lahan,</b></p>	<p><i>Area penambangan galian C di Kabupaten Tuban juga perlu dilakukan pemantauan secara berkelanjutan Adanya Perbedaan pada lahan bekas tambang yang secara visual dengan aktivitas lain seperti perkebunan, pembukaan lahan,jalan, dan pemukiman diperlukan metode yang tepat untuk mengidentifikasi perbedaan lahan tersebut. Oleh karena itu tujuan penelitian ini untuk melakukan identifikasi lahan penambangan dengan Metode Berbasis Citra. Langkah penelitian dengan melakukan pengolahan data citra dengan menggunakan metode Object Based Image Analysis (OBIA) dan metode digitasi berbasis Citra Multitemporal untuk mengetahui ketepatan luasan lokasi area penambangan di kabupaten Tuban dalam hal ini pada area penambangan di desa Pongpongan kecamatan Merakurak dan desa Latsari Kecamatan Bancar. Metode OBIA menggunakan Input Tipe Satu (yaitu menggunakan nilai rata – rata hamburan dan standard deviasi dan brightness dalam satu segmen), dan Input Tipe Dua ( adanya penambahan fitur GLCM) Metode Digitasi dengan menggunakan tiga citra multitemporal pada tiap lokasi</i></p>

	<p>penelitian. Hasil klasifikasi berdasarkan OBIA dengan algoritma klasifikasi nearest neighbor menunjukkan bahwa data tekstur GLCM (dapat meningkatkan akurasi sebanyak 0,3% dan nilai kappa 0,2 dibandingkan dengan hasil klasifikasi yang tidak menggunakan tekstur GLCM.. Berdasarkan hasil digitasi berbasis citra multitemporal dapat diketahui adanya penambahan area penambangan produktif, penambahan area bekas penambangan dan adanya penurunan penutupan lahan jenis lainnya, seperti lokasi persawahan, lahan terbuka vegetasi atau lahan terbuka non vegetasi</p>
--	---

## 1. PENDAHULUAN

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) atas dasar harga berlaku di Kabupaten Tuban dari lapangan usaha/industri penambangan dan penggalian pada tahun 2019 sebesar 5.812,727 miliar rupiah atau sebesar 8,94 % dari 21 lapangan usaha/industri yang ada di Kabupaten Tuban (BPS Tuban, 2020). Pendapatan Nasional Indonesia tahun 2019 dari sektor penambangan dan penggalian menyumbang 7,8% (BPS, 2019). Tetapi dari sisi lingkungan, sektor ini, penyebab kerusakan lingkungan lebih besar jika dibandingkan eksploitasi sumberdaya alam lainnya.

Berdasarkan citra Sentinel-2A L1C (False color) pada Gambar 1, kawasan penambangan bekas penggalian ditunjukkan dengan warna terang putih, sedangkan bekas galian yang terisi air berwarna hijau kehitaman.



Gambar 1. Kawasan Bekas Galian Tambang dari Citra Sentinel 2A (*falsecolor*)

Berdasarkan Gambar 1, kawasan bekas galian tambang berupa lahan terbuka dan disinyalir telah terjadi kerusakan lingkungan dan dapat melanggar ketentuan Pokok Penambangan Pasal 30, UU No 11 Tahun 1967. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya pengendalian terhadap kerusakan lingkungan akibat kegiatan penambangan dan supaya dampak yang ditimbulkan, tidak bertambah parah dan luas. Begitu pula pada area penambangan galian C di Kabupaten Tuban juga perlu dilakukan pemantauan secara berkelanjutan mengingat banyaknya tambang liar/ilegal yang sudah banyak dilakukan oleh penduduk sekitar.

Adanya Perbedaan pada lahan bekas tambang yang secara visual dengan aktivitas lain seperti perkebunan, pembukaan lahan, jalan, dan pemukiman diperlukan metode yang tepat untuk mengidentifikasi perbedaan lahan tersebut. Oleh karena itu tujuan penelitian ini untuk melakukan identifikasi lahan penambangan dengan Metode Berbasis Citra.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

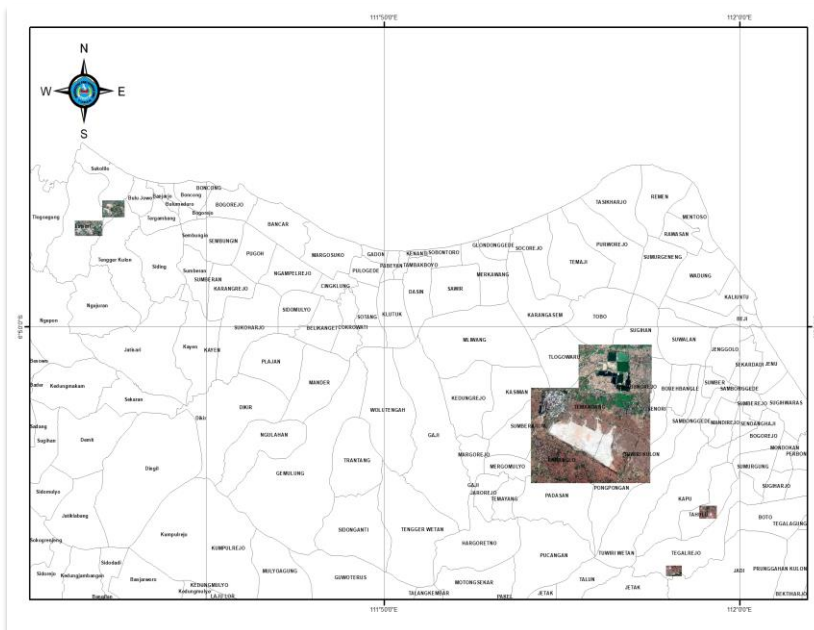
Beberapa penelitian telah banyak dilakukan seperti merehabilitasi area bekas penambangan (Asir, 2013; Favas, Martino and Prasad, 2018), restorasi tambang menggunakan pendekatan silvikultura (Borišev *et al.*, 2018; Hirfan, 2018), identifikasi lahan bekas pertambangan dan penambangan (Gunawan, Suratijaya and Saleh, 2010; Alwi and Jati, 2019), dampak kerusakan lingkungan akibat penambangan (Yudhistira, Hidayat and Hadiyanto, 2011; Sari, 2019; Geissler *et al.*, 2020), adanya perubahan bentang alam dan kondisi lahan tandus akibat penambangan (Nurtjahya, 2008). Bekas galian tambang yang berisi air bersifat asam dan adanya logam berat berbahaya (Pirwanda and Pirngadie, 2015)

Data penginderaan jauh juga dapat digunakan dalam penelitian masalah pertambangan (Suresh and Jain, 2013). Citra Landsat TM untuk identifikasi area penambangan (Petropoulos, Partsinevelos and Mitraka, 2013), Citra Multitemporal seperti Landsat-5, Landsat-7, SPOT Panchromatic, ASTER digunakan untuk menganalisa dinamika dampak kegiatan penambangan (Charou *et al.*, 2010). Pemantauan rehabilitasi lahan bekas penambangan dengan data citra citra melalui perhitungan NDVI (Kariyawasam, Raval and Shamsoddini, 2014). Evaluasi perairan danau bekas area penambangan menggunakan citra Landsat TM dan ETM (Schroeter and Gläßer, 2011). Memprediksi perubahan *landuse landcover* pada permukaan tambang dengan citra Landsat TM (Fernández-Manso, Quintano and Roberts, 2012).

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Tuban pada 2 Kecamatan, yaitu Merakurak dan Bancar



Gambar 2. Lokasi Penelitian pada Lahan Penambangan

### 3.2 Bahan dan Alat

Tabel 1. Data yang digunakan dalam Penelitian

No	Jenis Data	Sumber Data	Satuan /Jumlah
----	------------	-------------	----------------

1	Citra Satelit Radar Sentinel 2A Level 1C	USGS <a href="http://search.remotepixel.ca">http://search.remotepixel.ca</a>	4 scene
2	Peta RBI	Badan Informasi Geospasial <a href="https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/">https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/</a>	NPL 1509-224 NPL 1509-223
3	<b>Citra DEM (Digital Elevation Model)</b>	DEM Nasional <a href="http://tides.big.go.id/DEMNAS/">http://tides.big.go.id/DEMNAS/</a>	1509-22 1509-21
4	Topografi Galian, Tanah dan vegetasi.	<i>Ground truth</i>	

Tabel 2. Alat yang digunakan dalam Penelitian

No	Alat/Software	Kegunaan	Satuan /Jumlah
1	Kamera digital	<i>Ground truth</i>	1 buah
2	Hand GPS	<i>Ground truth</i>	2 buah
3	<u>GPS Geodetik</u>	<i>Ground truth</i>	1 buah
4	Waterpass	<i>Ground truth</i>	1 buah
5	Teodolit	<i>Ground truth</i>	1 buah
6	Tachimetri	<i>Ground truth</i>	1 buah
7	ArcGIS 10.3	Pemodelan	1 buah
8	<i>Envi 4.7/ Er Mapper/Global Mapper</i>	Pengolahan Citra	1 buah
9	<i>Erdas Imagine</i>	Pengolahan Citra	1 buah
10	<i>Ecogniton</i>	Pengolahan Citra	
11	<i>Expert Choice 11</i>	Analisa Data	1 buah
12	<i>PASW Statistics 18</i>	Analisa Data	1 buah

### 3.3 Metode Penelitian

Langkah penelitian dengan melakukan pengolahan data citra dengan menggunakan metode *Object Based Image Analysis (OBIA)* dan metode digitasi berbasis Citra Multi temporal untuk mengetahui ketepatan luasan lokasi area penambangan di kabupaten Tuban dalam hal ini pada area penambangan di desa Pongpongan kecamatan Merakurak dan desa Latsari Kecamatan Bancar

Langkah kerja penelitian yang akan dilakukan seperti pada Tabel 3

Tabel 3. Tahapan dan langkah kerja penelitian

Tahap	Keterangan Tahapan	Langkah Kerja
1.	Melakukan Pengolahan Data Citra pada lokasi 2 kecamatan (Merakurak, Bancar)	<p><b>Mengidentifikasi Lokasi Bekas Galian Tambang dengan Metode Object Based Image Analysis (OBIA) dengan bantuan software <i>Envi 4.7/ Er Mapper/Global Mapper</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>pre-processing data</i> berupa <i>terrain correction</i> untuk mengkoreksi koordinat citra dengan koordinat sesungguhnya di bumi serta mengurangi efek pantulan permukaan bumi</li> <li>Melakukan kalibrasi untuk memperoleh nilai hamburan balik (sigma naught (<math>\sigma^0</math>)) (Miranda <i>et al.</i>, 2015; Cazals <i>et al.</i>, 2016)</li> </ol> $\sigma^0 [dB] = 10 * \log_{10} \left( \frac{DN^2}{A_{dn}^2 K} \sin(\alpha) \right)$

Tahap	Keterangan Tahapan	Langkah Kerja
		<p>Data ini merupakan data input untuk proses utnk klasifikasi Metode OBIA, klasifikasi digital <i>nearest neighbor</i> menggunakan <i>software</i> Ecogniton.</p> <p>3. Melakukan proses segmentasi dan penggunaan sistem hirarki (Blaschke, 2010) Proses segmentasi yang digunakan adalah <i>multiresolution segmentation</i> (MSR), dengan skala parameter: 50, nilai <i>shape</i> 0,7 dan nilai <i>compactness</i> 0,3. RGB dengan kombinasi VV, VH, dan NDPI ((Kushardono, 2012). Persamaan NDPI:  <math display="block">NDPI : (VH - VV) / (VH + VV)</math></p> <p>4. Melakukan Klasifikasi (<i>Nearerst-Neighbour Classification</i>) Proses klasifikasi dibagi dalam dua variasi: (1) menggunakan data standar deviasi, <i>mean</i>, dan <i>brightness</i> pada setiap segmen di setiap band. (2) menambahkan data tekstur seperti nilai GLCM. GLCM (<i>Grey Level Coocurance Matrix</i> merupakan metode statistik orde dua dengan menghitung probabilitas antara dua piksel pada jarak dan sudut tertentu (Albregtsen, 2008). GLCM akan membentuk matriks kookurensi data citra (Kasim and Harjoko, 2014). Ukuran <i>window</i> matriks menggunakan nilai default pada <i>software</i> Ecognition 256 x 256, dimana nilai ini tidak dapat dirubah. . Algorithma <i>nearest neighbor</i> diverifikasi akurasi dengan metode <i>confussion matrix</i>. Peta pembanding yang digunakan adalah peta yang dikeluarkan Kementerian Lingkungan Hidup kerjasama dengan LAPAN dari digitasi manual data citra Landsat 8.</p>
2.	Melakukan <i>Digitasi berbasis Citra</i>	<b>Melakukan verifikasi dengan melakukan pengukuran terhadap perubahan luas yang terjadi di area penambangan, kemudian dilakukan pembuatan peta peruhan lahan yang sudah terjadi dengan menggunakan software Argis. 10.6</b>

#### 4. HASIL DAN ANALISA

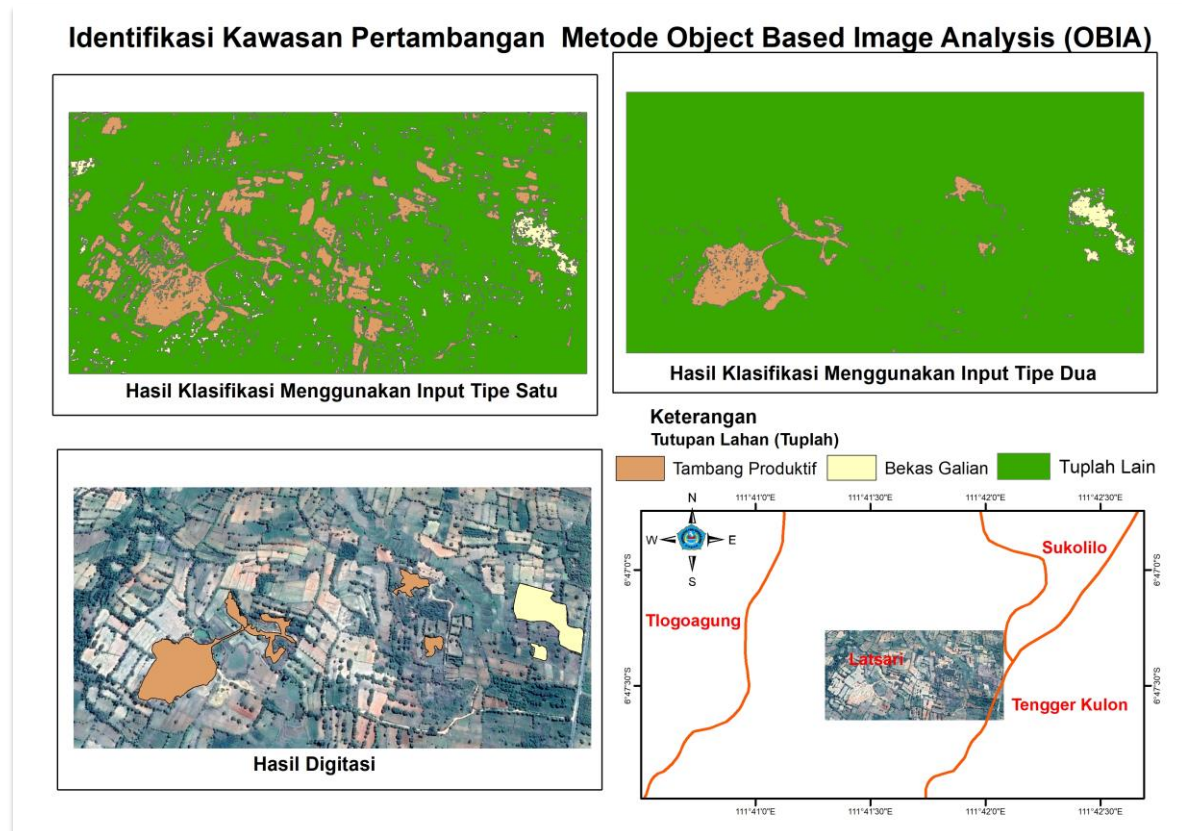
##### 4.1 Metode *Object Based Image Analysis* (OBIA)

Metode berbasis konvensional piksel dari klasifikasi digital dan sebagian digunakan untuk data citra satelit optik, memiliki kesulitan dalam pengenalan pola, terutama karena variabilitas fenologis (seperti karena gangguan awan) (Rudorff *et al.*, 2010). Dalam konteks seperti itu, Object Based Image Analysis (OBIA) memiliki kapasitas yang lebih baik. Sistem konvensional menjalankan pemrosesan algoritmik yang hanya dipandu oleh variabel data statistik, sedangkan OBIA mencakup sistem komputasi berdasarkan pengetahuan (Cohen and Shoshany, 2005).

Metode baru untuk klasifikasi data citra salah satunya adalah Metode OBIA . Aplikasi ini mempertimbangkan analisis "objek dalam ruang," bukannya "pixel dalam ruang" (Navulur, 2006). Pendekatan yang paling umum digunakan untuk menghasilkan objek yang lebih jelas dengan menggunakan segmentasi gambar. Proses segmentasi adalah pembagian gambar menjadi daerah homogen melalui pengelompokan piksel sesuai dengan kriteria homogenitas dan heterogenitas yang ditentukan. Untuk setiap objek yang dibuat dalam proses segmentasi, atribut spektral, tekstur, morfik dan kontekstual dihasilkan, yang dapat digunakan dalam analisis gambar (Blaschke, 2010). Setelah proses menguraikan objek dalam gambar, langkah selanjutnya adalah menetapkan ke kelas tertentu, dengan membandingkan objek yang diidentifikasi dalam gambar dengan pola yang telah ditentukan sebelumnya, sehingga melakukan klasifikasi objek gambar dengan menganggapnya homogen secara tematis.

Dalam OBIA, konstruksi model dalam interpretasi citra adalah fase yang paling penting dan yang sering sulit untuk dieksekusi, karena membutuhkan spesialis yang dapat menginterpretasi citra. Oleh karena itu, solusi potensial yang menarik adalah mengadopsi teknik Data Mining (DM) yang memungkinkan pembuatan struktur pengetahuan secara otomatis (dos Santos Silva *et al.*, 2008). Kombinasi teknik OBIA dan DM sangat efisien dan menjanjikan untuk proses klasifikasi suatu wilayah yang luas (Vieira *et al.*, 2012).

Hasil Klasifikasi kawasan penambangan menggunakan Metode Object Base Image Analysis (OBIA) menggunakan Input Tipe Satu (yaitu menggunakan nilai rata – rata hamburan dan standard deviasi dan brightness dalam satu segmen), dan Input Tipe Dua (adanya penambahan fitur GLCM seperti ditunjukkan pada Gambar 3).

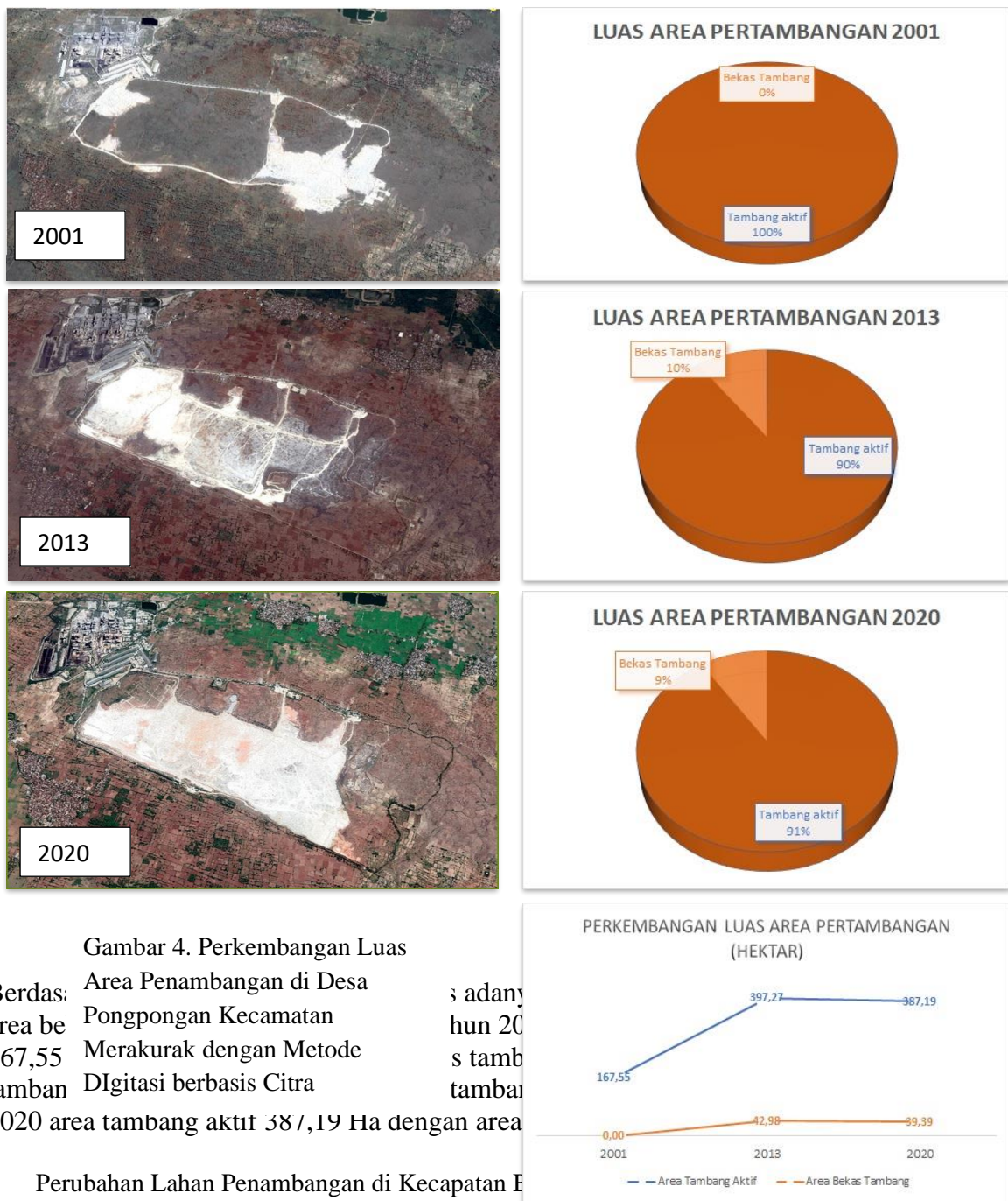


Gambar 3. Identifikasi Kawasan Penambangan dengan Metode OBIA Input Tipe Dua dan input Tipe Satu dan Hasil Digitasi Citra Multi temporal

Berdasarkan Gambar 3. Hasil klasifikasi berdasarkan OBIA dengan algoritma klasifikasi nearest neighbor menunjukkan bahwa data tekstur GLCM (Input Tipe Dua) dapat meningkatkan akurasi sebanyak 0,3% dan nilai kappa 0,2 dibandingkan dengan hasil klasifikasi yang tidak menggunakan tekstur GLCM (Input Tipe I), dalam arti ketepatan Metode OBIA dengan klasifikasi Input Tipe 2 sangat mendekati kondisi sesungguhnya (kondisi existing), karena hasil klasifikasi Input Tipe Satu dapat terlihat jelas yang seharusnya merupakan tutupan lahan lain (seperti area persawahan, lahan terbuka) diidentifikasi sebagai area tambang produktif. Hasil Klasifikasi Input Tipe I mempunyai keuntungan lain dapat digunakan sebagai petunjuk bahwa area tersebut juga merupakan area tambang yang produktif

#### 4.2 Metode Digitasi Berbasis Citra

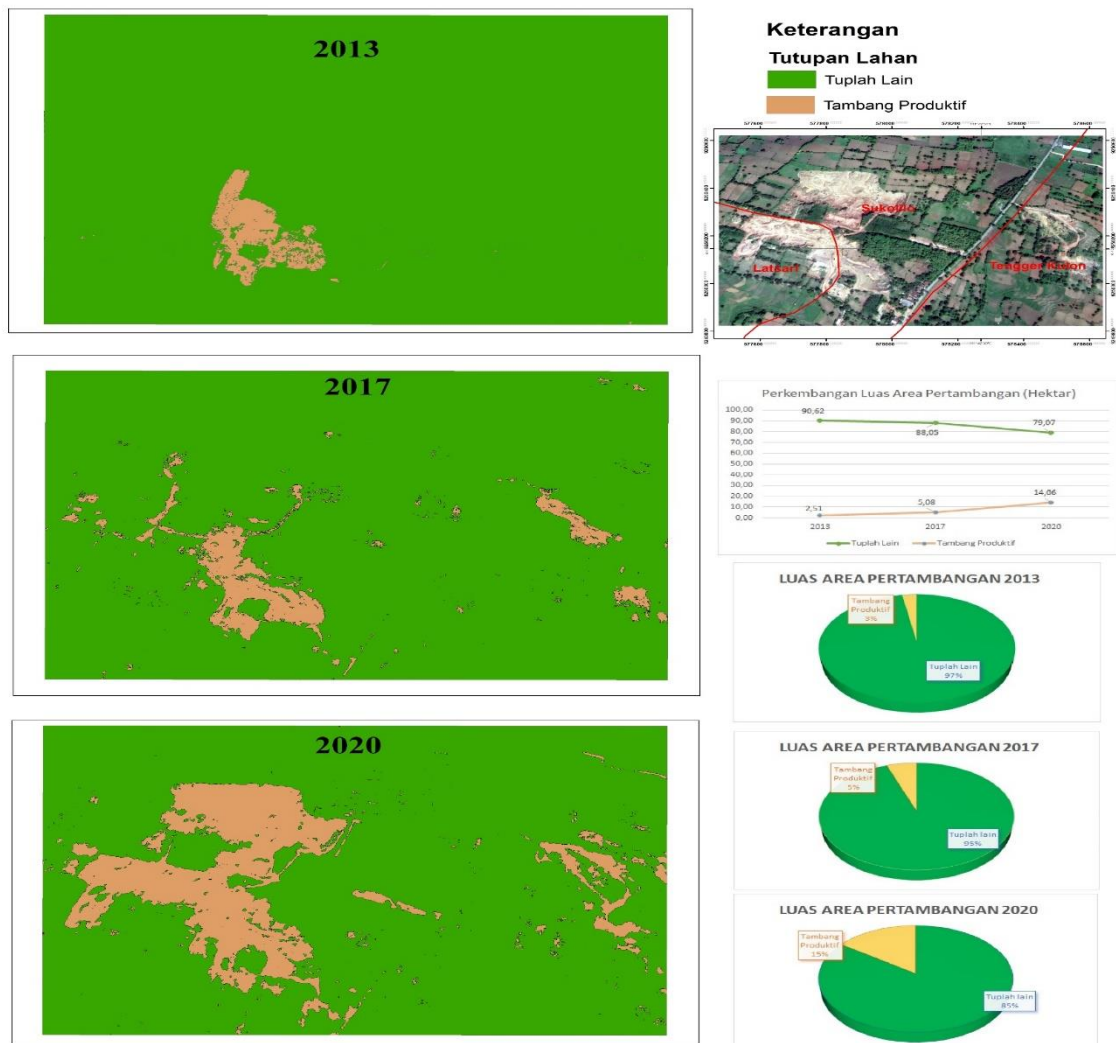
Pada tahapan awal penelitian ini metode Ground Truth digunakan untuk mengetahui perubahan tutupan lahan yang terjadi di area penambangan (Gambar 4)



Gambar 4. Perkembangan Luas Area Penambangan di Desa Pongpungan Kecamatan Merakurak dengan Metode Digitasi berbasis Citra s adany hun 20 s tamb tamban 2020 area tambang aktif 387,19 Ha dengan area

Perubahan Lahan Penambangan di Kecamatan E

**Peta Perubahan Lahan Pertambangan Kecamatan Bancar Tahun 2013-2020**



Gambar 5 Peta Perubahan Lahan Penambangan di Desa Latsari Kecamatan Bancar

Berdasarkan Gambar 5, terjadi penurunan penutupan lahan yang lain dan terjadi peningkatan area tambang produktif

**5. KESIMPULAN**

Penelitian ini masih ada penelitian lanjutan, karena masih pada tahapan pertama ini masih melakukan identifikasi lokasi bekas galian tambang dengan Metode Object Based Image Analysis (OBIA) dan melakukan verifikasi di lapangan dengan pengukuran mengenai topografi, tanah dan vegetasi dan Penilaian Karakteristik lahan bekas galian tambang. Sehingga masih diperlukan penelitian lanjutan untuk dapat melakukan Analisa data karakteristik pola Spektral pada Lahan Bekas Galian Tambang. Analisa Kemampuan Lahan pada Bekas Galian Tambang, dan Membuat peta tematik daya dukung lahan bekas galian tambang yang dapat dimanfaatkan kembali



Berdasarkan hasil mengidentifikasikan Data satelit radar Sentinel -1 berpotensi digunakan untuk mengidentifikasi kawasan penambangan Hasil klasifikasi berdasarkan OBIA dengan algoritma klasifikasi nearest neighbor menunjukkan bahwa data teksur GLCM dapat meningkatkan akurasi sebanyak 0,3% dan nilai kappa 0,2 dibandingkan dengan hasil klasifikasi yang tidak menggunakan teksur GLCM. Hasil klasifikasi kawasan penambangan dapat digunakan sebagai masukan awal dalam rangka identifikasi spasial kerusakan lingkungan akibat aktivitas penambangan.

Berdasarkan hasil digitasi berbasis citra multitemporal dapat diketahui adanya penambahan area penambangan produktif, penambahan area bekas penambangan dan adanya penurunan penutupan lahan jenis lainnya, seperti lokasi persawahan, lahan terbuka vegetasi atau lahan terbuka non vegetasi

## ACKNOWLEDGEMENTS

Ucapan terimakasih kepada *Collaborative Grant Program (CGPro)* Unirow-Semen Indonesia Tahun 2020 Berdasarkan Surat Perjanjian Penugasan Penelitian CGPRO UNIROW-Semen Indonesia Tahun 2020 Bagi Dosen Universitas PGRI Ronggolawe Tuban Nomor: 439/073073/PGRI/AK/IV/2020

## DAFTAR PUSTAKA

- Albregtsen, F. (2008) 'Statistical texture measures computed from gray level cooccurrence matrices', *Image processing laboratory, department of informatics, university of oslo*, 5(5).
- Alwi, R. M. F. and Jati, S. N. (2019) 'INVENTARISASI SUMBERDAYA ALAM KABUPATEN KOTAWARINGIN TIMUR, PROVINSI KALIMANTAN TENGAH', *Manajemen Eksplorasi*, GEO-420114.
- Asir, L. O. (2013) 'LAHAN BEKAS GALIAN INDUSTRI ( Alternative Rehabilitation Technique on ex-Industrial Land ) plasma sistem tata air kontribusinya terhadap perbaikan lahan-lahan kritis di Indonesia . Ini penanggulangan lahan kritis , hal ini ditandai dengan telah berlangsung', *INFO BPK Manado*, 3(2), pp. 113–130.
- Blaschke, T. (2010) 'Object based image analysis for remote sensing', *ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing*. Elsevier, 65(1), pp. 2–16.
- Borišev, M. *et al.* (2018) 'Chapter 7 - Mine Site Restoration Using Silvicultural Approach', in Prasad, M. N. V., Favas, P. J. de C., and Maiti, S. K. B. T.-B.-G. for M. S. R. (eds). Elsevier, pp. 115–130. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812986-9.00007-5>.
- BPS (2019) *Statistik Indonesia 2019*.
- BPS Tuban (2020) *Kabupaten Tuban Dalam Angka*.
- Cazals, C. *et al.* (2016) 'Mapping and characterization of hydrological dynamics in a coastal marsh using high temporal resolution Sentinel-1A images', *Remote Sensing*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 8(7), p. 570.
- Charou, E. *et al.* (2010) 'Using remote sensing to assess impact of mining activities on land and water resources', *Mine Water and the Environment*. Springer, 29(1), pp. 45–52.
- Cohen, Y. and Shoshany, M. (2005) 'Analysis of convergent evidence in an evidential reasoning knowledge-based classification', *Remote Sensing of Environment*. Elsevier, 96(3–4), pp. 518–528.
- Favas, P. J. C., Martino, L. E. and Prasad, M. N. V (2018) 'Chapter 1 - Abandoned Mine Land Reclamation—Challenges and Opportunities (Holistic Approach)', in Prasad, M. N. V., Favas, P. J. de C., and Maiti, S. K. B. T.-B.-G. for M. S. R. (eds). Elsevier, pp. 3–31. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812986-9.00001-4>.
- Fernández-Manso, A., Quintano, C. and Roberts, D. (2012) 'Evaluation of potential of multiple endmember spectral mixture analysis (MESMA) for surface coal mining affected area mapping in different world forest ecosystems', *Remote sensing of environment*. Elsevier,

- 127, pp. 181–193.
- Geissler, B. *et al.* (2020) ‘Innovation potential along the phosphorus supply chain: A micro and macro perspective on the mining phase’, *Science of The Total Environment*, 714, p. 136701. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.136701>.
- Gunawan, A., Suratijaya, I. N. and Saleh, M. B. (2010) ‘Teknik cepat identifikasi lahan terbuka melalui citra multi temporal dan multi spasial’, *J. Manajemen Hutan Tropika*, 16, pp. 63–72.
- Hirfan, H. (2018) ‘STRATEGI REKLAMASI LAHAN PASCA TAMBANG’, *PENA TEKNIK: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 1(1), pp. 101–108.
- Kariyawasam, N., Raval, S. and Shamsoddini, A. (2014) ‘Incorporating Remote Sensing as a Tool to Assist rehabilitation monitoring in a dolomite mining operation in South Australia’, in *Proceedings of the XXV FIG INTERNATIONAL CONGRESS, Kuala Lumpur, Malaysia*, pp. 16–21.
- Kasim, A. A. and Harjoko, A. (2014) ‘Klasifikasi citra batik menggunakan jaringan syaraf tiruan berdasarkan gray level co-occurrence matrices (GLCM)’, in *Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI)*.
- Kushardono, D. (2012) ‘Klasifikasi Spasial Penutup Lahan Dengan Data Sar Dual-Polarisasi Menggunakan Normalized Difference Polarization Index Dan Fitur Keruangan Dari Matrik Kookurensi (Spatial Land Cover Classification Using Dual-Polarization Sar Data Based On Normalized Diffe’, *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, 9(1).
- Miranda, N. *et al.* (2015) ‘Radiometric calibration of s-1 level-1 products generated by the s-1 ipf’, Viewed at <https://sentinel.esa.int/documents/247904/685163/S1-Radiometric-Calibration-V1.0.pdf>.
- Navulur, K. (2006) *Multispectral image analysis using the object-oriented paradigm*. CRC press.
- Nurtjahya, E. (2008) ‘Revegetasi lahan pasca tambang timah dengan beragam jenis pohon lokal di Pulau Bangka’, *Disertasi. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Tidak Diterbitkan*.
- Petropoulos, G. P., Partsinevelos, P. and Mitraka, Z. (2013) ‘Change detection of surface mining activity and reclamation based on a machine learning approach of multi-temporal Landsat TM imagery’, *Geocarto International*. Taylor & Francis, 28(4), pp. 323–342.
- Pirwanda, F. and Pirngadie, B. H. (2015) ‘Dampak kegiatan tambang timah inkonvensional terhadap perubahan guna lahan di Kabupaten Belitung’, *Jurnal Planologi Unpas*. Program studi Perencanaan Wilayah & Kota FT Unpas, 2(3), pp. 177–194.
- Rudorff, B. F. T. *et al.* (2010) ‘Studies on the rapid expansion of sugarcane for ethanol production in São Paulo State (Brazil) using Landsat data’, *Remote sensing*. Molecular Diversity Preservation International, 2(4), pp. 1057–1076.
- dos Santos Silva, M. P. *et al.* (2008) ‘Remote-sensing image mining: detecting agents of land-use change in tropical forest areas’, *International Journal of Remote Sensing*. Taylor & Francis, 29(16), pp. 4803–4822.
- Sari, C. F. K. (2019) ‘KAJIAN KETERKAITAN KEBERADAAN INDUSTRI SEMEN TERHADAP SOSIAL EKONOMI MASYARAKAT’, *SCIENCE TECH: Jurnal Ilmiah Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 5(2), pp. 57–65.
- Schroeter, L. and Gläßer, C. (2011) ‘Analyses and monitoring of lignite mining lakes in Eastern Germany with spectral signatures of Landsat TM satellite data’, *International Journal of Coal Geology*. Elsevier, 86(1), pp. 27–39.
- Suresh, M. and Jain, K. (2013) ‘Change detection and estimation of illegal mining using satellite images’, in *Proceedings of 2nd International conference of Innovation in Electronics and communication Engineering (ICIECE-2013)*.
- Vieira, M. A. *et al.* (2012) ‘Object Based Image Analysis and Data Mining applied to a remotely sensed Landsat time-series to map sugarcane over large areas’, *Remote Sensing of Environment*, 123, pp. 553–562. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.04.011>.
- Yudhistira, Y., Hidayat, W. K. and Hadiyanto, A. (2011) ‘Kajian dampak kerusakan lingkungan akibat kegiatan penambangan pasir di Desa Keningar daerah kawasan Gunung Merapi’,

*Jurnal Ilmu Lingkungan*, 9(2), pp. 76–84.