

Artikel Penelitian

Analisis Sebaran Sumber Daya Tras Berdasarkan Nilai Spektral Menggunakan *Spectral Angle Mapper (SAM)* di Desa Sendangsari, Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi D.I. Yogyakarta

Analysis of Tras Resource Distribution Based on Spectral Values Using Spectral Angle Mapper (SAM) in Sendangsari Village, Pengasih District, Kulon Progo Regency, Special Region of Yogyakarta Province

Aldio Kresna Pambayu^{1*}, Alifa Sandra Puspita Sari¹, Afif Badruddin Dirgajati¹, Eka Bagus Warnum¹

¹ Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Mineral dan Energi, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta, Jl. SWK 104 (Lingkar Utara), Yogyakarta, 55283, Indonesia

*Penulis korespondensi

e-mail: aldiokresna@upnyk.ac.id

ABSTRAK

Tras merupakan material batuan gunung api yang secara kimia telah berubah akibat pelapukan dan air bawah permukaan. Tras digunakan untuk campuran bahan bangunan dan campuran semen. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi persebaran sumber daya tras di Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulon Progo, dengan menggunakan metode penginderaan jauh Spectral Angle Mapper (SAM). Data yang digunakan berupa citra Landsat 8 dengan referensi nilai spektral dari USGS Spectral Library mineral kalsit (penanda batu gamping) dan kuarsa (penanda batu tras). Hasil analisis menunjukkan metode SAM mampu membedakan zona batu gamping dan tras berdasarkan nilai spektral mineral dominannya. Validasi hasil klasifikasi dengan peta geologi daerah penelitian menunjukkan kesesuaian yang baik, di mana persebaran tras sesuai dengan posisi endapan aluvial, sedangkan batu gamping sesuai dengan formasi kebotutak. potensi sumber daya tras yang signifikan di wilayah penelitian, memberikan dasar untuk pengembangan eksplorasi dan pemanfaatan lebih lanjut.

Kata Kunci: *Spectral Angle Mapper, Penginderaan Jauh*

ABSTRACT

Trass is a volcanic rock that has been change chemically altered by weathering and subsurface water. Trass can be used as a mixture of building materials and cement mixture. This study aims to analyze the potential distribution of tras resources in Pengasih District, Kulon Progo Regency, using remote sensing techniques Spectral Angle Mapper (SAM) method. The data utilized includes Landsat 8 imagery, with spectral reference values obtained from the USGS Spectral Library for calcite (as an indicator of limestone) and quartz (as an indicator of tras). The analysis results demonstrate that the SAM method effectively differentiate limestone and tras zones based on their dominant mineral spectral signatures. Validation of the classification results against the geological map of the study area shows a strong correlation, where tras distribution aligns with alluvial deposit zones, while limestone align to the Kebobotak Formation. This study highlights the significant potential of tras resources in the area, providing a foundation for exploration and sustainable utilization.

Keywords: *Spectral Angle Mapper, Remote Sensing*

I. PENDAHULUAN

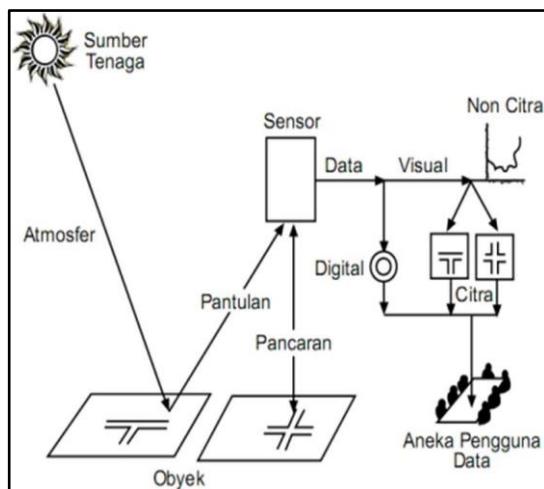
Tras merupakan sumber daya alam yang memiliki peran untuk industri konstruksi, terutama sebagai bahan campuran semen dan beton. Tras merupakan batuan dari gunung api yang berubah secara komposisi kimia yang disebabkan pelapukan dan pengaruh kondisi air di bawah permukaan tanah (Widayati, dkk., 2017). Desa Sendangsari, Kapanewon Pengasih, Kabupaten Kulon Progo merupakan salah satu wilayah yang berpotensi memiliki sumber daya Tras yang melimpah.

Pemetaan sumber daya dengan cara penginderaan jarak jauh (remote sensing) terbagi menjadi beberapa metode, diantaranya adalah metode Spectral Angle Mapper (SAM) yang akan digunakan pada penelitian kali ini. Metode ini diharapkan akan sesuai dalam kegiatan eksplorasi mineral lempung di daerah penelitian ini.

II. METODE

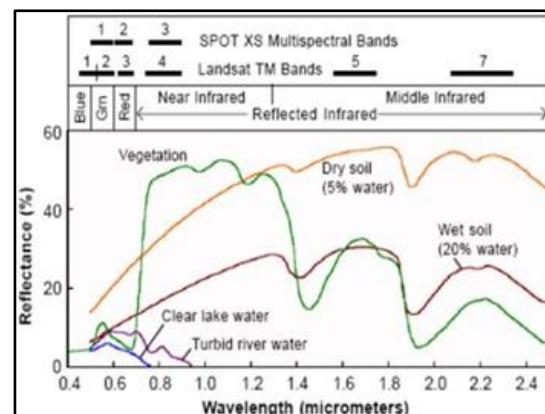
Penginderaan Jarak Jauh (*Remote Sensing*)

Penginderaan jauh merupakan suatu ilmu, seni dan teknik untuk mendapatkan informasi suatu objek, daerah, yang diperoleh dengan suatu alat tanpa harus kontak langsung objek, daerah. (Lillesand and Kiefer, 1994 dalam Soetoto, 2015). Objek pada area memantulkan atau memancarkan radiasi elektromagnetik yang dapat dideteksi oleh sensor.



Gambar 1. Penyadapan Informasi Permukaan, Pengolahan dan Penggunaannya (Suranto, 2004; Meurah dkk., 2012)

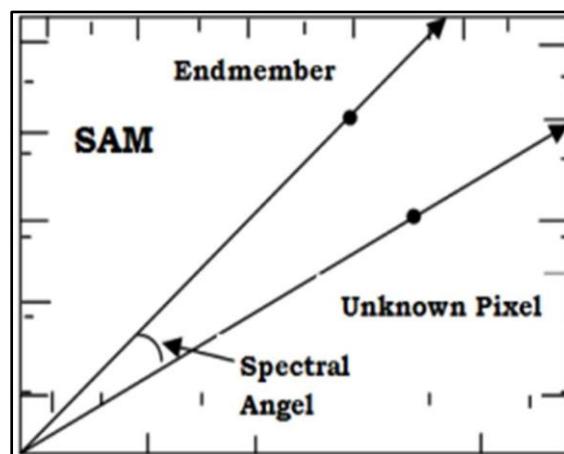
Setiap objek memiliki struktur dalam partikel yang berbeda, baik skala mikro maupun makro, dan perbedaan struktur akan mempengaruhi respons elektromagnetiknya. Perbedaan respons ini dapat digunakan untuk membedakan objek. Gelombang elektromagnetik terdiri dari berbagai saluran dengan rentang panjang gelombang berbeda, yang disebut spektrum.



Gambar 2. Pola Respons Spektral Beberapa Objek (Jensen, 2004)

Spectral Angle Mapper (SAM)

Spectral Angle Mapper (SAM) adalah metode yang digunakan untuk pemetaan dari kesamaan spektral dari spektrum citra dan spektrum referensi. Algoritma SAM mengukur kesamaan spektral dengan menghitung sudut antara kedua spektrum, yang dianggap sebagai vektor dalam ruang berdimensi sesuai jumlah kanal (Kruse dkk., 1993). Berikut adalah rumus yang digunakan dalam algoritma SAM:



Gambar 3. Sudut spectral

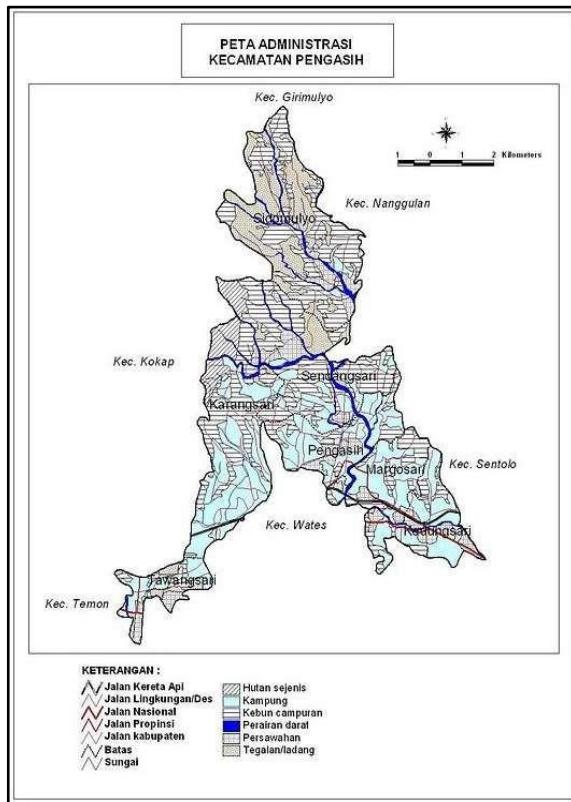
Spektrum referensi akan dibandingkan dengan nilai spektral tersebut. Akurasi diukur dengan membandingkan citra hasil klasifikasi untuk area tercemar dan tidak tercemar yang diperoleh dari analisis SAM dengan data yang dikumpulkan dari survei lapangan. Proses perhitungan akurasi dilakukan menggunakan *confusion matrix*. (Visa dkk., 2011).

Endmember merupakan hasil nilai spektral untuk menunjukkan nilai spektral di permukaan bumi (Adams & Gillespie, 2006). Dalam pembuatan *endmember*, diterapkan teknik *Principal Component Analysis* (PCA). Prosesnya dimulai menampilkan PCA band baru dari citra yang kemudian digunakan untuk membuat *scatter plot*. Dari *scatter plot* ini, *endmember* yang mewakili atau potensial sebagai *endmember* dipilih. Kandidat *endmember* biasanya terletak di simpul atau ujung *scatter plot* (Jonson dkk., 1985).

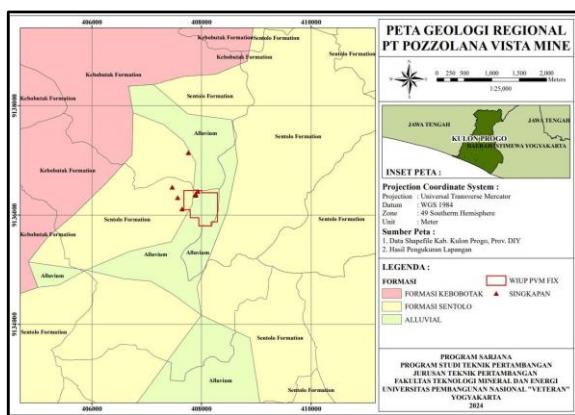
Endmember yang digunakan dalam klasifikasi SAM meliputi SiO_2 , Al_2O_3 serta CaCO_3 .

Lokasi Penelitian

lokasi penelitian dilakukan pada Kapanewon Pengasih, Kabupaten Kulon Progo dengan luasan 66.166,47 Hektar (Ha).



Gambar 4. Peta Administrasi Kecamatan Pengasih (<https://pengasih.kulonprogokab.go.id/detil/604/peta-wilayah>)



Gambar 5. Peta Geologi Regional Lokasi Penelitian

Data dan Peralatan

1. Data

Data dalam penelitian ini merupakan data citra satelit yang berasal dari satelit *Land Satelite* (Landsat) khususnya Landsat 8 dengan perekaman tanggal 06 Juni 2024. Tanggal tersebut dipilih karena perekaman citranya memiliki tutupan awan yang minimal sesuai

dengan metadata pada nomor layar (julur 120/baris 65) (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), diakses 10 September 2024).

2. Peralatan

Penelitian ini menggunakan beberapa perangkat lunak (*software*) dalam keberjalanannya. Perangkat lunak yang digunakan antara lain Envi 5.3 dan ArcGIS/ArcMap 10.8.

Tahapan Pengolahan Data

Pada pengolahan data citra satelit penelitian ini, perangkat lunak (*software*) yang digunakan adalah Envi 5.3 dan QGIS.

1. Layer Stacking

Pada proses *layer stacking*, setiap citra satelit ditempatkan di saluran/band yang berbeda dalam file yang sama, sehingga menghasilkan satu file citra dengan banyak band. Setiap lapisan mewakili informasi yang berbeda, seperti kanal cahaya merah, hijau, dan biru (RGB), kanal inframerah, dan lainnya.

2. Komposit Band

Citra Landsat terdiri dari citra grayscale yang sesuai dengan band. Ketika gabungan dari tiga pita (merah, hijau, dan biru) dibuat, sebuah warna akan menghasilkan citra multispektral, yang dapat berupa *true color* atau *false color* (dalam hal ini, pita NIR digunakan sebagai pengganti pita biru). Terdapat berbagai kombinasi band memungkinkan meningkatkan karakteristik yang relevan dengan eksplorasi mineral. Senyawa dengan pita spektrum yang terlihat, yang sesuai dengan merah, hijau dan biru, disebut gabungan dari warna asli (RGB *True color*) yaitu dengan menggabungkan band (4,3,2) untuk melihat kenampakan asli atau vegetasi. Ketika komposit dibuat dengan tidak terlihat band disebut gambar komposit warna palsu.

| Landsat-7 ETM+ Bands (μm) | | | Landsat-8 OLI and TIRS Bands (μm) | | |
|--|-------------|---------------|--|---------------|---------|
| | | | 30 m Coastal/Aerosol | 0.435 - 0.451 | Band 1 |
| Band 1 | 30 m Blue | 0.441 - 0.514 | 30 m Blue | 0.452 - 0.512 | Band 2 |
| Band 2 | 30 m Green | 0.519 - 0.601 | 30 m Green | 0.533 - 0.590 | Band 3 |
| Band 3 | 30 m Red | 0.631 - 0.692 | 30 m Red | 0.636 - 0.673 | Band 4 |
| Band 4 | 30 m NIR | 0.772 - 0.898 | 30 m NIR | 0.851 - 0.879 | Band 5 |
| Band 5 | 30 m SWIR-1 | 1.547 - 1.749 | 30 m SWIR-1 | 1.566 - 1.651 | Band 6 |
| Band 6 | 60 m TIR | 10.31 - 12.36 | 100 m TIR-1 | 10.60 - 11.19 | Band 10 |
| | | | 100 m TIR-2 | 11.50 - 12.51 | Band 11 |
| Band 7 | 30 m SWIR-2 | 2.064 - 2.345 | 30 m SWIR-2 | 2.107 - 2.294 | Band 7 |
| Band 8 | 15 m Pan | 0.515 - 0.896 | 15 m Pan | 0.503 - 0.676 | Band 8 |
| | | | 30 m Cirrus | 1.363 - 1.384 | Band 9 |

Gambar 6. Band Citra Landsat 8

3. Cropping

Cropping adalah proses memotong atau memilih bagian tertentu dari citra satelit untuk dianalisis atau diproses lebih lanjut. Proses *cropping* sangat berguna dalam penginderaan jauh karena dapat meminimalkan jumlah data yang harus diproses dan memfokuskan analisis pada area tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian. Proses *cropping* dapat dilakukan dengan cara manual atau otomatis.

4. Koreksi Data

Perbaikan geometri citra Landsat 8 rekaman 17 Agustus 2024 tidak dilakukan lagi, karena berdasarkan informasi dari metadata adalah level 1T (Gambar 6), koreksi radiometri menggunakan koreksi ToA reflektan dan koreksi matahari. Koreksi ToA reflektan dilakukan dengan cara mengkonversi nilai DN ke nilai reflektan. Nilai *gain* dan *offset* didapatkan melalui metadata citra satelit dan dilakukan konversi menggunakan persamaan sebagai berikut :

```

LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1.QA_PIXEL.TIF
File Edit View
GROUP = LANDSAT_METADATA_FILE
GROUP = PRODUCT_METADATA
ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"
DIGITAL_OBJECT_IDENTIFIER = "https://doi.org/10.5066/P975CC9B"
LANDSAT_PRODUCT_ID = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1"
PROCESSING_LEVEL = "L1T"
COLLECTION_NUMBER = "T1"
COLLECTION_CATEGORY = "T1"
OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
FILE_NAME_BAND_1 = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_B1.TIF"
FILE_NAME_BAND_2 = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_B2.TIF"
FILE_NAME_BAND_3 = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_B3.TIF"
FILE_NAME_BAND_4 = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_B4.TIF"
FILE_NAME_BAND_5 = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_B5.TIF"
FILE_NAME_BAND_6 = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_B6.TIF"
FILE_NAME_BAND_7 = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_B7.TIF"
FILE_NAME_BAND_8 = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_B8.TIF"
FILE_NAME_BAND_9 = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_B9.TIF"
FILE_NAME_BAND_10 = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_B10.TIF"
FILE_NAME_BAND_11 = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_B11.TIF"
FILE_NAME_BAND_12 = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_B12.TIF"
FILE_NAME_QUALITY_L1_PIXEL = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_QA_PIXEL.TIF"
FILE_NAME_ANGLE_CLOUD_COVER_L1 = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_ANG_LC1.TIF"
FILE_NAME_ANGLE_SUNAZIMUTH_L1 = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_VZA.TIF"
FILE_NAME_ANGLE_SENSOR_ZENITH_BAND_4 = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_VZA.TIF"
FILE_NAME_ANGLE_SOLAR_ZENITH_BAND_4 = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_SZA.TIF"
FILE_NAME_MEAN_PIXEL_QA = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_MTL.TIF"
FILE_NAME_METADATA_QA = "LC09_L1TP_120005_20240817_20240817_02_T1_MTL.QA"

```

Gambar 7. Tipe Data : L1P (Metadata Citra Landsat 8 Rekaman 17 Agustus 2024)

5. Spectral Library

Spectral library adalah kumpulan data spektral yang berisi informasi tentang reflektansi atau emisi elektromagnetik dari berbagai material (seperti batuan, mineral, tumbuhan, air, dan tanah) pada berbagai panjang gelombang. Data ini digunakan sebagai referensi untuk analisis data citra satelit atau hyperspektral.

6. Endmember File

Endmember file adalah file yang berisi spektrum referensi yang digunakan dalam analisis citra hyperspektral atau multispektral. Dalam konteks metode seperti *Spectral Angle Mapper* (SAM), *endmember file* digunakan untuk membandingkan spektrum setiap piksel dalam citra dengan spektrum referensi guna mengidentifikasi material atau kelas tertentu. *Endmember* adalah spektrum khas yang mewakili material tertentu dalam citra, seperti batuan, mineral, tanah, vegetasi, atau air.

7. Maximum Angle (Radian)

Maximum angle (radians) dalam metode *Spectral Angle Mapper* (SAM) adalah parameter yang menentukan toleransi maksimum sudut spektral antara vektor spektral dari piksel citra dan spektrum referensi (*endmember*). Parameter digunakan agar nilai sudut antara vektor spektrum piksel dengan vektor spektrum referensi. Semakin kecil maka akan semakin mirip spektrumnya.

8. Klasifikasi Citra

Klasifikasi citra dengan menggunakan *Spectral Angle Mapper* (SAM) digunakan sebagai penentu kesamaan dua spektrum dengan menghitung sudut spektrum (Aziizah et al., 2017). Algoritma tersebut menyebabkan sudut spektral antara objek satu dengan

objek lainnya yang sejenis berhimpitan sehingga analisis objek menjadi lebih akurat. SAM memungkinkan klasifikasi mineral dari data *spectral library*.

Pembuatan Peta Sebaran

Pada penelitian ini, proses pembuatan peta sebaran sumber daya dilakukan menggunakan *software* ArcGIS/ArcMap 10.8. Data masukannya adalah hasil dari klasifikasi citra yang merupakan hasil pengolahan data citra satelit.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melakukan analisa mengenai potensi perserbaran sumber daya Tras di Desa Sendangsari, Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulon Progo. Analisa ini dilakukan terhadap nilai spektral dari sumber daya mineral tras dan gamping khususnya berdasarkan mineral kalsit dan kuarsa yang menjadi penyusun utama kedua batuan tersebut. Metode analisa yang digunakan adalah metode *Spectral Angle Mapper* (SAM) dengan citra satelit Landsat-8.

Hasil Layer Stacking

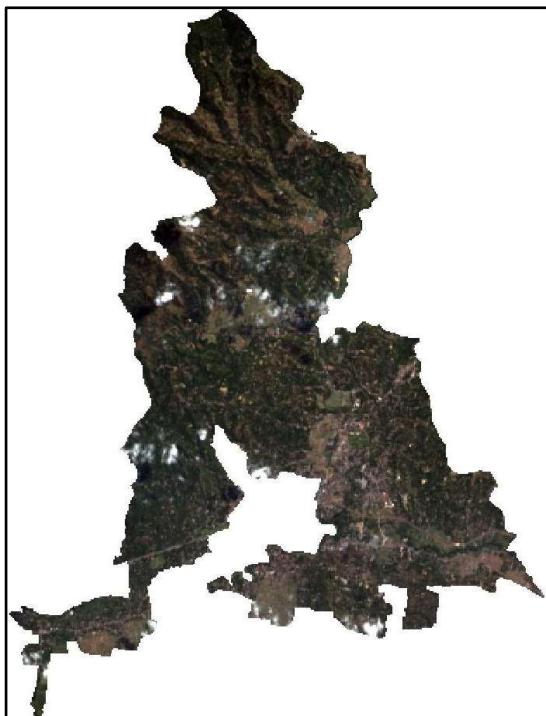
Untuk mengidentifikasi wilayah dan melakukan interpretasi gambar multispektral secara visual data citra satelit Landsat-8 OLI, penelitian ini memanfaatkan 7 band yaitu B1, B2, B3, B4, B5, B6, dan B7. *Band-band* tersebut nantinya akan disatukan menjadi satu file citra yang kemudian akan dikombinasikan berdasarkan kombinasi RGB. Kombinasi RGB *band* dilakukan untuk meningkatkan fungsi yang berkaitan dengan eksplorasi mineral. Beberapa kombinasi *band* diantaranya kombinasi RGB *true color* dan *false color*.



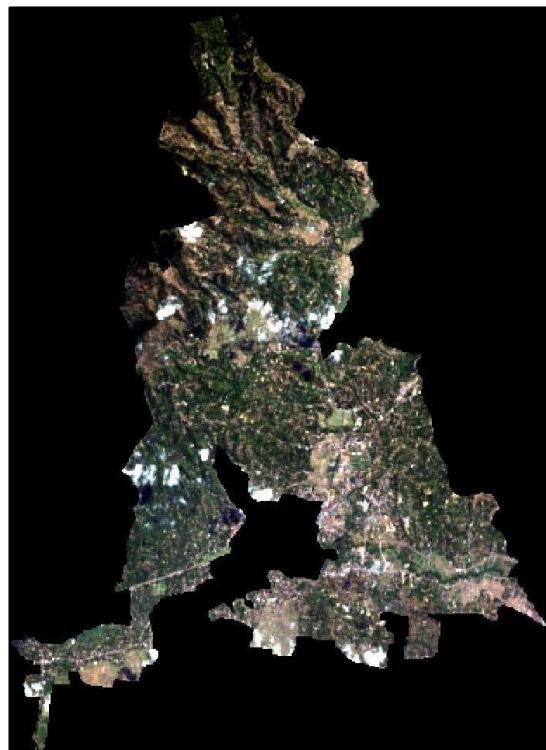
Gambar 9. Hasil Layer Stacking Kombinasi RGB True Color (Band 4,3,2)

Hasil Cropping

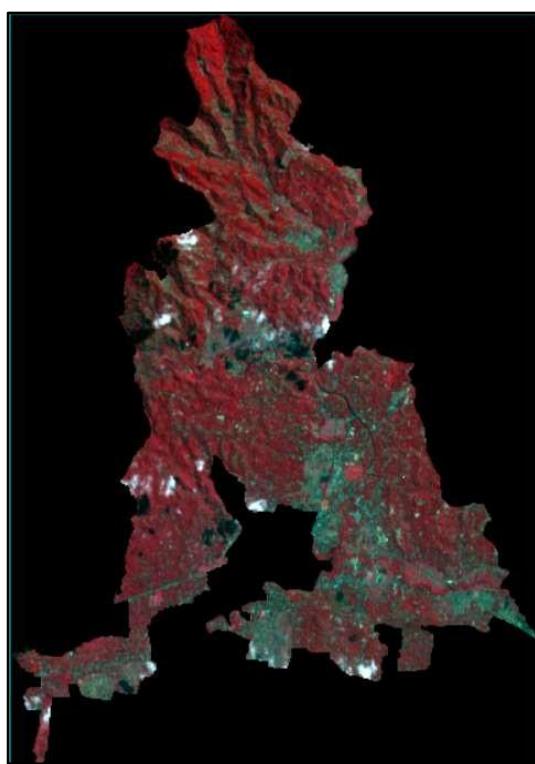
Cropping adalah proses memotong atau memilih bagian tertentu dari citra satelit untuk dianalisis atau diproses lebih lanjut. Pada penelitian ini, *cropping* dilakukan berdasarkan luasan daerah Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulon Progo.



Gambar 10. Kombinasi RGB *True Color* (Band 4,3,2) Setelah *Cropping*



Gambar 12. Hasil Koreksi Radiometrik dan Atmosferik Kombinasi RGB *True Color* (Band 5,4,3)



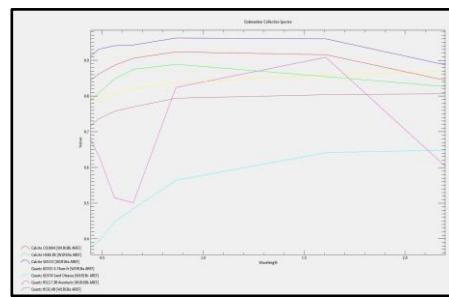
Gambar 11. Hasil Kombinasi RGB *False Color* (Band 5,4,3) Setelah *Cropping*

Hasil Koreksi Radiometrik dan Atmosferik (FLAASH)

Kemampuan sensor dalam mencatat respon spektral objek (Danuedoro 2012). Koreksi radiometrik dilakukan untuk mengoreksi atau memperbaiki nilai-nilai piksel dari data citra agar lebih akurat dalam mencerminkan reflektansi permukaan bumi.

Spectral Library & Endmember File

Spectral library yang digunakan pada penelitian ini adalah *spectral library* mineral kalsit (*calcite*) untuk klasifikasi batu gamping dan kuarsa (*quartz*) untuk klasifikasi batu trass. Data nilai *spectral* tersebut berasal dari *spectral library* khusus mineral milik USGS (*United States Geological Survey*). *Spectral library* tersebut dibuat dengan mengukur pantulan spektral dari ribuan material di laboratorium dan menyusunnya dalam bentuk Perpustakaan Spektral atau *Spectral Library*. Nilai-nilai *spectral* setiap mineral memiliki pola grafik spektral yang berbeda-beda. Perbedaan ini yang nantinya akan digunakan sebagai identifikasi hasil spektral.



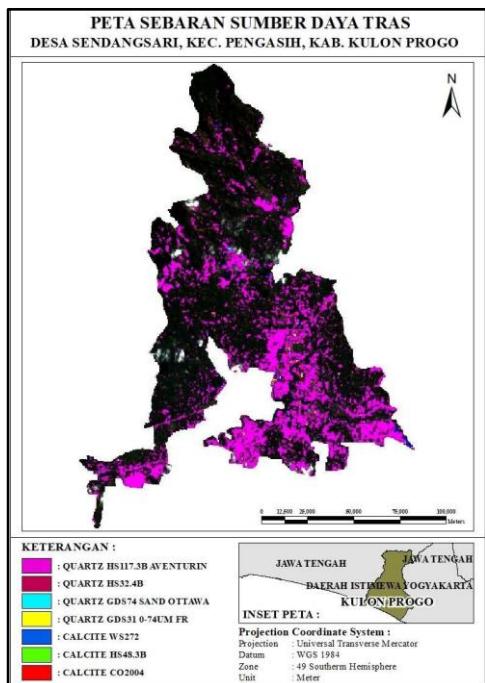
Gambar 13. Nilai Spektral Mineral Kalsit dan Kuarsa Klasifikasi Citra

Dalam mengklasifikasikan data citra. Proses klasifikasi dilakukan dengan menggunakan *endmember file* yang telah dibuat sebelumnya berdasarkan *spectral* referensi berupa nilai *spectral* mineral kalsit dan kuarsa. *Endmember* referensi diperoleh dari perpustakaan *spectral* USGS. Hasil dari

klasifikasi berupa gambaran persebaran sumber daya tras dan batu gamping pada daerah penelitian.



Gambar 14. Persebaran Sumber Daya Tras dan Batu Gamping di Kec. Pengasih, Kab. Kulon Progo



Gambar 15 Peta Persebaran Sumber Daya Batu Tras dan Batu Gamping Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi DIY

Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulon Progo, memiliki potensi sumber daya tras yang cukup melimpah. Berdasarkan analisis menggunakan metode *Spectral Angle Mapper* (SAM) dengan acuan nilai *spectral* referensi dari USGS *Spectral Library* peneliti berhasil mengidentifikasi dan membedakan zona batu tras dan batu gamping berdasarkan karakteristik

spectral mineral dominannya, yaitu kalsit dan kuarsa. Kuarsa yang dominan pada batu tras memiliki nilai spektral yang signifikan berbeda dari kalsit pada batu gamping, sehingga memungkinkan klasifikasi kedua batuan.

Hasil klasifikasi ini divalidasi menggunakan peta geologi daerah penelitian. Persebaran tras yang teridentifikasi dari hasil analisis *spectral* memiliki kesesuaian yang baik dengan posisi endapan aluvial pada peta geologi. Demikian pula, zona batu gamping yang terkласifikasi berada pada lokasi yang sesuai dengan formasi kebobutak. Validasi ini menguatkan keberhasilan analisis *spectral* dalam mendelineasi potensi sumber daya batuan di daerah tersebut.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menginformasikan bahwa Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulon Progo, Provinsi DIY memiliki potensi sumber daya tras yang cukup melimpah. Penggunaan metode SAM dengan *spectral* referensi dari USGS *Spectral Library* berhasil mendekripsi persebaran batu tras serta membedakan persebaran batu gamping dan tras di wilayah penelitian. Validasi dengan peta geologi menunjukkan kesesuaian hasil analisis dengan kondisi geologi setempat, di mana persebaran tras sesuai dengan posisi endapan aluvial dan persebaran batu gamping sesuai dengan formasi kebobutak. Hal ini menunjukkan potensi penambangan sumber daya alam yang berbasis tras di wilayah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, S., Suparno, F. A. D., & Irawan, J. F. (2023). Identifikasi Perubahan Indeks Vegetasi dan Kaitannya Dengan Mineral Alterasi Menggunakan Citra Sentinel-2A Multi Temporal. *Jurnal Geosains dan Remote Sensing*, 4(2), 103-110.
- Indayani, A. B. (2020). Analisis spektral dari serapan dan pantulan daun lamur menggunakan spektroradiometer trios-ramses di Nusa Lembongan dan Pemuteran, Bali. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengolahan Data Citra Digital*, 17(2).
- Ismail, N., Wirja, N., Putri, D. R., Nanda, M., & Faisal, F. (2020). Pemetaan Endapan Mineral Teralterasi Hidrotermal Menggunakan Analisis Citra Landsat 8 di Sekitar Gunung Api Bur Ni Geureudong, Kabupaten Bener Meriah, Aceh. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 16(2).
- Ismail, N., Wirja, N., Putri, D. R., Nanda, M., & Faisal, F. (2020). Pemetaan Endapan Mineral Teralterasi Hidrotermal Menggunakan Analisis Citra Landsat 8 di Sekitar Gunung Api Bur Ni Geureudong, Kabupaten Bener Meriah, Aceh. *Jurnal Rekayasa Elektrika*, 16(2).
- Nurrochman, A., Febriani, R., & Yuliatama, V. P.

- (2020). Aplikasi Citra Landsat 8 OLI/TIRS Dalam Mengidentifikasi Alterasi Hidrotermal Skala Regional; Studi Kasus Kecamatan Suoh dan Bandar Negeri Suoh. Jurnal Geosains dan Remote Sensing, 1(2), 89-96.
- Putra, B. W., & Djurdjani, D. (2020). Analisis Pengaruh Perubahan Kerapatan Vegetasi Terhadap Suhu Permukaan Karena Kegiatan Pertambangan Menggunakan Citra Satelit Multiwaktu (studi kasus: PT. AMMAN MINERAL NUSA TENGGARA). JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering, 3(1), 7-19.
- Rijaludin, M. (2021, December). Aplikasi Metode Pengindraan Jauh (Remote Sensing) untuk Identifikasi Keterdapatannya Potensi Bahan Galian Pasir Kuarsa di Desa Kotawaringin, Kecamatan Puding Besar, Bangka Belitung. In Bandung Conference Series: Mining Engineering (Vol. 1, No. 1, pp. 30-37).
- RISMUNANDAR, F. (2023). Pendugaan Mineral Emas Menggunakan Citra Satelite Landsat 8 Studi Kasus: Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik Geodesi, 1(1).
- Setiadi, I., Aryanto, N. D., & Nurdin, N. (2021). Delineasi Batuan Granit dan Sedimen Daerah Bintan dan Sekitarnya, Kepulauan Riau Berdasarkan Analisis Data Gayaberat. Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral, 22(3), 143-152.