

TUGAS AKHIR - RG 141536

**PEMETAAN POTENSI DAN KUALITAS BATUAN
KAPUR MENGGUNAKAN METODE
PENGINDERAAN JAUH
(Studi Kasus: Kecamatan Semanding, Tuban)**

RIZKI RAMDHANI
NRP 0331144000024

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



TUGAS AKHIR - RG 141536

**PEMETAAN POTENSI DAN KUALITAS BATUAN
KAPUR MENGGUNAKAN METODE
PENGINDERAAN JAUH
(Studi Kasus: Kecamatan Semanding, Tuban)**

RIZKI RAMDHANI
NRP 0331144000024

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS.

DEPARTEMEN TEKNIK GEOMATIKA
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



FINAL ASSIGNMENT - RG 141536

**MAPPING THE POTENTIAL AND QUALITY OF
LIMESTONE USING REMOTE SENSING METHOD
(Case Study: Kecamatan Semanding, Tuban)**

RIZKI RAMDHANI
NRP 0331144000024

Supervisor
Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS.

DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING
Faculty of Civil Environmental and Geo Engineeering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**PEMETAAN POTENSI DAN KUALITAS BATUAN KAPUR
MENGUNAKAN METODE PENGINDERAAN JAUH
(Studi Kasus: Kecamatan Semanding, Tuban)**

Nama : Rizki Ramdhani
NRP : 0331144000024
Jurusan : Teknik Geomatika FTSLK-ITS
Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo S, DEA., DESS.

Abstrak

Eksplorasi tambang merupakan suatu kegiatan untuk mencari titik-titik lokasi dimana suatu daerah bisa ditambang serta daerah tersebut masih bernilai ekonomis, untuk ditambang. Salah satu hal yang terpenting dalam pekerjaan pertambangan adalah perhitungan estimasi potensi tambang. Estimasi potensi tambang berperan penting dalam menentukan jumlah kualitas, kerja produksi, cara penambangan yang dilakukan, bahkan memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan usaha penambangan.

Dengan kemajuan teknologi dibidang penginderaan jauh, perhitungan estimasi luas potensi dan kualitas batu kapur dapat dilakukan dengan menggunakan data citra satelit resolusi tinggi salah satunya adalah Quickbird. Data citra satelit dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam penelitian, seperti pemetaan kualitas batuan dalam kaitannya dengan eksplorasi sumber daya alam. Luas potensi batuan kapur di Kecamatan Semanding didominasi oleh potensi tinggi yang memiliki luas 5480,479 ha. Untuk kualitas batuan kapur didapatkan berdasarkan kadar CaCO_3 batu kapur, kualitas yang paling tinggi yaitu memiliki kadar CaCO_3 sebesar 6,81%.

***Kata Kunci:* Batu Kapur, Potensi, Kualitas, Penginderaan Jauh, Kecamatan Semanding.**

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**MAPPING THE POTENTIAL AND QUALITY OF
LIMESTONE USING REMOTE SENSING METHOD
(Case Study: Kecamatan Semanding, Tuban)**

Nama : Rizki Ramdhani
NRP : 0331144000024
Department : Teknik Geomatika FTSLK-ITS
Supervisor : Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo S, DEA., DESS.

Abstract

Mine exploration is an activity to find location points of an area that could be mined economically. One of the most important thing in mining work is the calculation of the estimation of mine potential. Estimation of mine potential has an important role in determining quantity of quality, production, how mining is done, even to estimate the time required to do mining.

With the technology advances in remote sensing field, calculation of the estimation potential area and determining quality of limestone can be done using high resolution satellite image data, which one of it is Quickbird. Satellite image data can be used for a wide range of research, such as mapping of rock quality in relation to the exploration of natural resources. Potential area of limestone rocks in Semanding sub district is dominated by the high potential of an area of 5480,479 ha. For limestone rock quality obtained based on limestone CaCO_3 levels, the highest quality has level of CaCO_3 amounted to 6.81%.

Key Words: Limestone, Potency, Quality, Remote Sensing, District Semanding.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LEMBAR PENGESAHAN

PEMETAAN POTENSI DAN KUALITAS BATUAN KAPUR MENGUNAKAN METODE PENGINDERAAN JAUH (Studi Kasus: Kecamatan Semanding, Tuban)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Departemen S-1 Teknik Geomatika
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

RIZKI RAMDHANI
NRP. 0331144000024



Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir:

Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS.
NIP. 19330527198303 1 001

SURABAYA, 13 JULI 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Pemetaan Potensi dan Kualitas Batuan Kapur Menggunakan Metode Penginderaan Jauh (Studi Kasus: Kecamatan Semanding, Tuban)”** dengan lancar.

Laporan tugas akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan tahap Strata I pada Jurusan Teknik Geomatika di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selesainya tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, karena itu penulis sampaikan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu selesainya tugas akhir ini, terutama kepada:

1. Bapak Safri, Ibu Melwita, Dede Pratama, Andri Putra dan Rahmatul Diva yang telah memberikan doa, dukungan, semangat, kasih sayang dan pengorbanannya yang tak pernah putus.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Bangun Muljo Sukojo, DEA., DESS selaku dosen pembimbing tugas akhir penulis yang sudah memberi izin dan bimbingan untuk melaksanakan tugas akhir.
3. Bapak Mokhamad Nur Cahyadi ST., M.Sc., Ph.D selaku dosen wali dan Ketua Departemen Teknik Geomatika FTSLK-ITS.
4. Seluruh Bapak dan Ibu dosen serta karyawan Teknik Geomatika ITS, yang telah memberikan semangat, harapan, dukungan, ilmu dan bimbingannya.
5. Laboratorium Instrumentasi dan Sains Analitik, Departemen Kimia FIA-ITS yang telah membantu dalam proses uji analisa sampel batu kapur.
6. Mutia, Sep, Gita, Yurike, Pangestu, Nurul, Rahadian, Nindy, Ziyadatul dan teman-teman Departemen Teknik Geomatika

angkatan 2014 atas bantuan dan kerjasama selama kuliah dan pada saat penyusunan tugas akhir ini.

Dengan segala keterbatasan, Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun penulis harapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak dan diterima sebagai sumbangan pemikiran dalam pengembangan ilmu pengetahuan.

Akhir kata, Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kemudahan dalam aktifitasnya kepada semua pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Besar harapan penulis tugas akhir ini dapat memberi manfaat bagi pembaca. Sekian dan terima kasih

Surabaya, 30 Juni 2018

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
Abstrak	v
<i>Abstract</i>	vii
LEMBAR PENGESAHAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penginderaan Jauh.....	5
2.2 Citra Quickbird.....	7
2.3 Pengolahan Citra	9
2.4 Interpretasi Citra.....	10
2.5 <i>Ground Control Point</i> dan <i>Independent Check Point</i>	15
2.6 <i>Root Means Square Error</i> (RMSE).....	18
2.7 <i>Strenght of Figure</i> (SoF)	18
2.8 Klasifikasi Citra.....	21
2.9 Uji Ketelitian Klasifikasi.....	23
2.10 Korelasi	24
2.11 NDVI (<i>Normalized Difference Vegetation Index</i>).....	26
2.12 Batu Kapur	26

2.13	Peta Geologi	27
2.14	Metode Pengharkatan (<i>Scoring</i>)	29
2.15	Penelitian Terdahulu	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		32
3.1	Lokasi Penelitian	33
3.2	Data dan Peralatan.....	33
3.2.1	Data.....	33
3.2.2	Peralatan	34
3.3	Metodologi Pekerjaan	34
BAB IV HASIL DAN ANALISA.....		39
4.1	Hasil	39
4.1.1	Pengolahan Citra Satelit Quickbird	39
4.1.2	Peta Tutupan Lahan.....	40
4.1.3	Peta Indeks Vegetasi	43
4.1.4	Peta Geologi	45
4.1.5	Kualitas Batuan Kapur	47
4.1.5	Peta Potensi dan Kualitas Batuan Kapur	49
4.2	Analisa.....	53
4.2.1	Uji Ketelitian Tutupan Lahan.....	53
4.2.2	Uji Korelasi Nilai Indeks Vegetasi.....	53
4.2.3	Analisa Potensi dan Kualitas Batuan Kapur.....	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		57
5.1	Kesimpulan.....	57
5.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....		59
LAMPIRAN		63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Penginderaan Jauh	5
Gambar 2. 2 Rona dan Warna	11
Gambar 2. 3 Tekstur	12
Gambar 2. 4 Pola	13
Gambar 2. 5 Bayangan	13
Gambar 2. 6 Batu Kapur.....	27
Gambar 3. 1 Peta Administrasi Wilayah Kabupaten Tuban.....	33
Gambar 3. 2 Diagram Alir Pengolahan Data.....	35
Gambar 4. 1 Sebaran Titik GCP dan ICP.....	39
Gambar 4. 2 Peta Tutupan Lahan	41
Gambar 4. 3 Peta Indeks Vegetasi.....	44
Gambar 4. 4 Peta Formasi Geologi	47
Gambar 4. 5 Sampel Batu Kapur.....	48
Gambar 4. 6 Peta Potensi Dan Kualitas Batu Kapur	52
Gambar 4. 7 Grafik Korelasi NDVI Citra Quickbird dengan Kamera NDVI	54

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi Citra Satelit Quickbird	8
Tabel 2. 2 Unsur Interpretasi	14
Tabel 2. 3 Jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan	17
Tabel 4. 1 Klasifikasi dan Luas Tutupan Lahan.....	41
Tabel 4. 2 Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi (Permen No: P.12-II/2012)	43
Tabel 4. 3 Klasifikasi Indeks Vegetasi dan Luasannya	44
Tabel 4. 4 Klasifikasi Geologi dan Luasannya.....	45
Tabel 4. 5 Hasil Analisa CaCO ₃	48
Tabel 4. 6 Tabel Kualitas Batuan Kapur	49
Tabel 4. 7 Pengharkatan Parameter Penentuan Potensi Batuan Kapur	50
Tabel 4. 8 Kualitas Batuan Kapur	51
Tabel 4. 9 Rentang Skor Potensi Batuan Kapur	52
Tabel 4. 10 Klasifikasi Potensi Batuan Kapur, Luasan, dan Persentase	52

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Form Pengukuran GPS
- Lampiran 2. Dokumentasi Pengukuran GPS
- Lampiran 3. Dokumentasi Pengambilan Sampel
- Lampiran 4. Hitungan SoF
- Lampiran 5. Hasil Koreksi Geometrik
- Lampiran 6. Kesesuaian Tutupan Lahan Pada Citra Satelit Quickbird dengan Lapangan
- Lampiran 7. Hitungan Akurasi Tutupan Lahan
- Lampiran 8. Perbandingan Nilai NDVI Citra Quickbird dengan Kamera NDVI
- Lampiran 9. Hasil Foto Kamera NDVI
- Lampiran 10. Peta Tutupan Lahan
- Lampiran 11. Peta Indeks Vegetasi
- Lampiran 12. Peta Formasi Geologi
- Lampiran 13. Peta Potensi dan Kualitas Batuan Kapur
- Lampiran 14. Hasil Uji Analisa Kadar CaCO_3 Batu Kapur

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang kaya akan barang tambang, baik bahan mineral dan logam. Berbagai daerah di Indonesia memiliki sumber daya mineral berupa berbagai jenis bahan tambang/galian. Batu kapur (*limestone*) merupakan salah satu bahan galian industri non logam yang sangat besar potensinya dan tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia (Shubri dan Armin, 2014). Sebagian besar kandungan batuan ini di Indonesia terdapat di Sumatera Barat, Jawa Timur, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Timur. Salah satu daerah yang penghasil utama batu kapur adalah Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban, Jawa Timur.

Kecamatan Semanding merupakan salah satu Kecamatan yang berada di utara Pulau Jawa, tepatnya di Kabupaten Tuban, Jawa Timur. Kecamatan Semanding memiliki batas wilayah yaitu sebelah utara, berbatasan dengan Kecamatan Tuban, sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Palang, sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Plumpang dan Kecamatan Grabagan, sedangkan sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Merakurak.

Eksplorasi tambang merupakan suatu kegiatan untuk mencari titik-titik lokasi dimana suatu daerah bisa ditambang serta daerah tersebut masih bernilai ekonomis, untuk ditambang. Salah satu hal yang terpenting dalam pekerjaan pertambangan adalah perhitungan estimasi potensi tambang. Estimasi potensi tambang berperan penting dalam menentukan jumlah kualitas, kerja produksi, cara penambangan yang dilakukan, bahkan memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan usaha penambangan.

Dengan kemajuan teknologi dibidang penginderaan jauh, perhitungan estimasi luas potensi dan kualitas batu kapur dapat dilakukan dengan menggunakan data citra satelit

resolusi tinggi salah satunya adalah Quickbird. Quickbird merupakan citra satelit resolusi tinggi yang diluncurkan pada tanggal 18 Oktober 2001 di California, U.S.A. Data citra satelit dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam penelitian, seperti pemetaan kualitas batuan dalam kaitannya dengan eksplorasi sumber daya alam. Penelitian ini diharapkan nantinya bisa dijadikan sebagai data spasial dengan metode yang lebih cepat dan efisien dalam pemetaan estimasi luas potensi dan kualitas batuan kapur tanpa mengurangi pengukuran di lapangan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana menghitung estimasi luas potensi dan kualitas batuan kapur dengan menggunakan hasil olahan data citra Quickbird.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu:

- a. Penelitian ini dilakukan di wilayah Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban.
- b. Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu citra Quickbird tanggal 13 Oktober 2013, Batas Administrasi Kecamatan Semanding, Peta Geologi, dan data dari survei lapangan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan penulisan penelitian ini adalah:

- a. Membuat peta luas potensi dan kualitas batuan kapur di Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban.
- b. Melakukan analisis untuk identifikasi estimasi luas potensi batuan kapur di Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban.
- c. Melakukan analisis kualitas batu kapur berdasarkan kadar CaCO_3 pada batu kapur.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

- a. Mengembangkan teknik penginderaan jauh, terutama citra satelit resolusi tinggi Quickbird.
- b. Memberikan informasi mengenai estimasi luas potensi tambang batu kapur di Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban.
- c. Memberikan informasi mengenai kualitas batu kapur berdasarkan kadar CaCO_3 pada batu kapur.

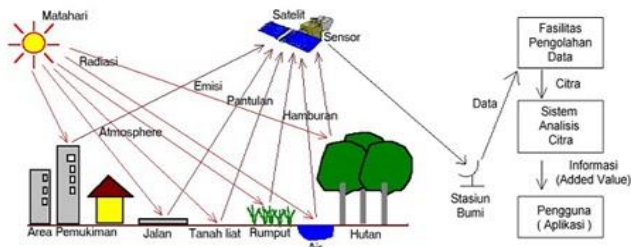
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh (*remote sensing*) adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek daerah atau fenomena yang dikaji (Lillesand dkk. 2000).

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).



Gambar 2. 1 Penginderaan Jauh (Sutanto, 1994)

Pengumpulan data penginderaan jauh dilakukan dengan menggunakan alat pengindera atau alat pengumpul data yang disebut sensor. Berbagai sensor pengumpul data dari jarak jauh, umumnya dipasang pada wahana yang berupa pesawat terbang, balon, satelit, atau wahana lainnya. Objek

yang diindera adalah objek yang terletak dipermukaan bumi, di atmosfer (dirgantara) dan di antariksa. Pengumpulan data dari jarak jauh tersebut dapat dilakukan dalam berbagai bentuk, sesuai dengan tenaga yang digunakan. Tenaga yang digunakan dapat berupa variasi distribusi (*distribution*) daya, distribusi gelombang bunyi, atau distribusi gelombang elektromagnetik. Data penginderaan jauh dapat berupa citra (*imaginery*), grafik, dan data numerik. Data tersebut dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang objek, daerah, atau fenomena yang diindera atau diteliti. Proses penerjemahan data menjadi informasi disebut analisis atau interpretasi data. Apabila penerjemahan tersebut dilakukan secara digital dengan bantuan komputer disebut interpretasi digital (Purwadhi dan Hardiyati, 2001).

Analisis data penginderaan jauh memerlukan data rujukan seperti peta tematik, data statistik, dan data lapangan. Hasil analisis yang diperoleh berupa informasi mengenai bentang lahan, jenis penutup lahan, kondisi lokasi, dan kondisi sumber daya daerah yang diindera. Keseluruhan proses mulai dari pengambilan data, analisis data hingga penggunaan data disebut Sistem Penginderaan Jauh (Purwadhi dan Hardiyati, 2001).

Dalam penginderaan jauh, dikenal juga istilah resolusi atau *resolving power* dimana merupakan kemampuan suatu sistem optik elektronik untuk membedakan informasi yang secara spasial berdekatan atau secara spektral (Danoedoro, 1996).

Ada beberapa jenis resolusi yang umum diketahui dalam penginderaan jauh yaitu resolusi spasial, resolusi spektral, resolusi temporal, dan resolusi radiometrik, yang dijelaskan sebagai berikut:

- a. Resolusi spasial yaitu ukuran objek terkecil yang mampu direkam, dibedakan dan disajikan pada citra. Resolusi spasial menunjukkan level dari detail yang ditangkap oleh sensor. Semakin detail sebuah studi, semakin tinggi pula

- resolusi spasial yang diperlukan. Resolusi spasial selalu erat hubungannya dengan ukuran piksel dari citra yang digunakan. Resolusi biasanya disajikan sebagai sebuah nilai tunggal yang merepresentasikan panjang dari satu sisi sebuah bujur sangkar. Misalnya, sebuah resolusi spasial dari 30 meter mengandung arti bahwa satu piksel mewakili sebuah area 30 x 30 meter di lapangan. Jika pikselnya berbentuk persegi panjang, maka itu akan diwakili dengan sebuah dimensi tinggi dan lebar (contoh: 50 x 65 meter).
- b. Resolusi spektral adalah daya pisah objek berdasarkan besarnya spektrum elektromagnetik yang digunakan untuk merekam data. Resolusi spektral menunjukkan lebar kisaran dari masing–masing band spektral yang diukur oleh sensor. Semakin banyak jumlah saluran atau kanal–kanalnya semakin tinggi kemampuannya dalam mengenali objek.
 - c. Resolusi temporal menunjukkan waktu antar pengukuran, atau dalam kata lain kemampuan suatu sistem untuk merekam ulang daerah yang sama. Satuan resolusi temporal adalah jam atau hari.
 - d. Resolusi radiometrik adalah kemampuan sensor dalam mencatat respon spektral objek atau kemampuan sensor untuk mendeteksi perbedaan pantulan terkecil.

2.2 Citra Quickbird

Satelit optis Quickbird diluncurkan pada 18 Oktober 2001 di pangkalan angkatan udara Vandenberg, California, USA. Satelit Quickbird merupakan satelit yang baik untuk data lingkungan seperti analisis perubahan iklim, penggunaan lahan, pertanian dan kehutanan. Selain itu kemampuan satelit Quickbird dapat juga diterapkan untuk berbagai industri termasuk eksplorasi dan produksi minyak bumi dan gas alam, teknik dan konstruksi serta studi lingkungan.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Citra Satelit Quickbird (LAPAN, 2014)

Mode Pencitraan	Pankromatik	Multispektral
Resolusi Spasial Pada Nadir	0,65m GSD pada nadir	2,62m GSD pada nadir
Jangkauan Spektral	0,73 meter	Biru (450-520nm) Hijau (520-600nm) Merah (630-690nm) IR dekat (760-900nm)
Lebar Sapuan	16,8 km pada nadir 18 km pada 20 derajat dari nadir	
Pencitraan <i>Off-Nadir</i>	Hingga 30 derajat Tersedia opsi pemilihan sudut ketinggian	
Jangkauan Dinamik	11 bit per piksel	
Masa Aktif Satelit	Perkiraan hingga lebih dari 10 tahun	
Waktu Pengulangan	1 hingga 3,5 hari pada <i>Latitude</i> 30 derajat (<i>off nadir</i>)	
Ketinggian Orbit	450/482 km	
Waktu Lintasan Equatorial	10:30 A.M (<i>descending mode</i>)	
Orbit	97,2 derajat sinkron matahari	
Waktu Orbit	93,5 menit	
Kecepatan Pada Orbit	7,1 km per detik (25.560 km/jam)	
Level Proses	<i>Basic, Standard, Orthorectified</i>	
Harga	\$. 16 per km ² untuk arsip (lebih 90 hari) \$. 25 per km ² untuk <i>fresh</i> arsip (kurang dari 90 hari)	
Luas Pemesanan	Minimum 25 km ² untuk data arsip Minimum 100 km ² untuk data pesan (<i>tasking</i>)	

	(dengan jarak antar <i>vertex</i> minimum 5km)
Akurasi	23 meter horizontal (CE90)

2.3 Pengolahan Citra

Pengolahan citra digital diantaranya adalah koreksi geometrik dan koreksi radiometrik:

a. Koreksi Geometrik

Menurut Mather (1987), koreksi geometrik adalah transformasi citra hasil penginderaan jauh sehingga citra tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala dan proyeksi. Koreksi geometrik dilakukan sesuai dengan jenis atau penyebab kesalahannya, yaitu kesalahan sistematis dan kesalahan acak, dengan sifat distorsi geometrik pada citra. Koreksi geometrik mempunyai tiga tujuan, yaitu:

- i. Melakukan rektifikasi (pembetulan) atau restorasi (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografis.
- ii. Merekistrasi (mencocokkan) posisi citra dengan citra lain yang sudah terkoreksi (image to image rectification) atau mentransformasikan sistem koordinat citra multispectral dan multi temporal.
- iii. Merekistrasi citra ke peta atau transformasi sistem koordinat citra ke koordinat peta (image to map rectification), sehingga menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu.

b. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik ditujukan untuk memperbaiki nilai piksel supaya sesuai dengan yang seharusnya yang biasanya mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer sebagai sumber kesalahan utama. Efek atmosfer menyebabkan nilai pantulan objek dipermukaan bumi

yang terekam oleh sensor menjadi bukan merupakan nilai aslinya, tetapi menjadi lebih besar oleh karena adanya hamburan atau lebih kecil karena proses serapan. Metode-metode yang sering digunakan untuk menghilangkan efek atmosfer antara lain metode pergeseran histogram (*histogram adjustment*), metode regresi dan metode kalibrasi bayangan (Projo dan Danoedoro, 1996). Koreksi radiometrik perlu dilakukan pada data citra dengan berbagai alasan:

- i. *Stripping* atau *banding* seringkali terjadi pada data citra yang diakibatkan oleh ketidakstabilan detektor. *Striping* atau *banding* merupakan fenomena ketidak konsistenan perekaman detektor untuk band dan area perekaman yang sama.
- ii. *Line dropout* kadang terjadi sebagai akibat dari detektor yang gagal berfungsi dengan tiba-tiba. Jangka waktu kerusakan pada kasus ini biasanya bersifat sementara.
- iii. Efek atmosfer merupakan fenomena yang disebabkan oleh debu, kabut, atau asap seringkali menyebabkan efek bias dan pantul pada detektor, sehingga fenomena yang berada di bawahnya tidak dapat terekam secara normal

2.4 Interpretasi Citra

Interpretasi citra adalah perbuatan mengkaji foto udara dan atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut. (Estes dan Simonett dalam Sutanto, 1994:7). Menurut Lintz Jr. dan Simonett dalam Sutanto (1994:7), ada tiga rangkaian kegiatan yang diperlukan dalam pengenalan objek yang tergambar pada citra yaitu:

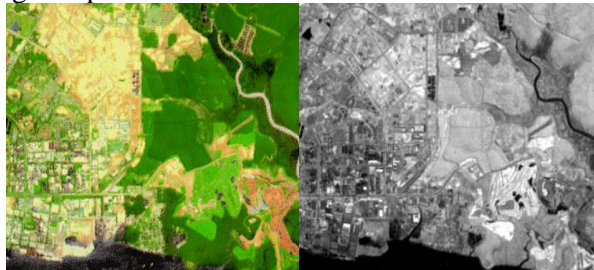
- a. Deteksi, adalah pengamatan adanya suatu objek.
- b. Identifikasi, adalah upaya mencirikan objek yang telah dideteksi dengan menggunakan keterangan yang cukup

c. Analisis, yaitu pengumpulan keterangan lebih lanjut.

Pengenalan objek merupakan bagian paling vital dalam interpretasi citra. Interpretasi citra dapat dilakukan secara visual maupun digital. Menurut Howard dalam Somantri (2008) interpretasi visual adalah aktifitas visual untuk mengkaji gambaran muka bumi yang tergambar pada citra untuk tujuan identifikasi objek dan menilai maknanya. Kunci interpretasi citra mempunyai delapan unsur, yaitu:

a. Rona dan Warna

Rona ialah tingkat kegelapan atau tingkat kecerahan objek pada citra, sedangkan warna ialah wujud yang tampak oleh mata dengan menggunakan spektrum sempit, lebih sempit dari spektrum tampak. Melihat gambar di samping kita akan mengetahui bahwa gambar tersebut merupakan lokasi semburan lumpur lapindo. Genangan lumpur bisa kita kenali dengan adanya objek yang berwarna keabu-abuan dengan rona cerah. Titik semburan lumpur pun bisa kita kenali dengan warna putih dan rona yang lebih cerah yang ada di tengah-tengah genangan lumpur. Daerah yang belum tergenang oleh lumpur juga bisa kita kenali dengan adanya objek berwarna hijau, yang menandakan masih adanya vegetasi yang hidup.



Gambar 2. 2 Rona dan Warna (Soemantri, 2008)

b. Bentuk

Merupakan variabel kualitatif yang memberikan konfigurasi atau kerangka suatu objek. Kita bisa adanya objek stadion sepakbola pada suatu foto udara dari adanya

bentuk persegi panjang. Demikian pula kita bisa mengenali gunung api dari bentuknya yang cembung.

c. Ukuran

Atribut objek yang antara lain berupa jarak, luas, tinggi, lereng, dan volume. Ukuran meliputi dimensi panjang, luas, tinggi, kemiringan, dan volume suatu objek. Perhatikan gambar lokasi semburan lumpur di atas; ada banyak objek berbentuk kotak-kotak kecil. Kita bisa membedakan mana objek yang merupakan rumah, gedung sekolah, atau pabrik berdasarkan ukurannya.

d. Tekstur

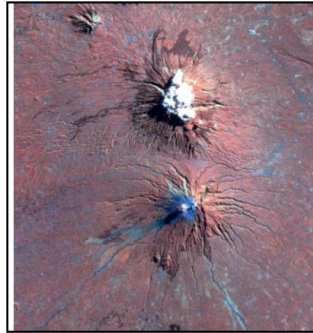
Frekuensi perubahan rona pada citra atau pengulangan rona kelompok objek yang terlalu kecil untuk dibedakan secara individual. Untuk lebih memahami, berikut akan digambarkan perbedaan tekstur berbagai benda.



Gambar 2. 3 Tekstur (Somantri, 2008)

e. Pola

Pola atau susunan keruangan merupakan ciri yang menandai bagi banyak objek bentukan manusia dan bagi beberapa objek alamiah.



Gambar 2. 4 Pola (Somantri, 2008)

f. Bayangan

Bayangan sering menjadi kunci pengenalan yang penting bagi beberapa objek dengan karakteristik tertentu, seperti cerobong asap, menara, tangki minyak, dan lain-lain. Jika objek menara disamping diambil tegak lurus tepat dari atas, kita tidak bisa langsung mengidentifikasi objek tersebut. Maka untuk mengenali bahwa objek tersebut berupa menara adalah dengan melihat bayangannya.



Gambar 2. 5 Bayangan (Somantri, 2008)

g. Situs

Situs adalah letak suatu objek terhadap objek lain di sekitarnya. Situs juga diartikan sebagai letak objek terhadap bentang darat, seperti situs suatu objek di rawa, di puncak bukit yang kering, dan sebagainya. Itulah sebabnya, situs dapat untuk melakukan penarikan

kesimpulan (deduksi) terhadap spesies dari vegetasi di sekitarnya. Banyak tumbuhan yang secara karekteristik terikat dengan situs tertentu tersebut. Misalnya hutan bakau ditandai dengan rona yang gelap, atau lokasinya yang berada di tepi pantai. Kebun kopi ditandai dengan jarak tanamannya, atau lokasinya yaitu ditanam di daerah bergradien miring/pegunungan.

h. Asosiasi

Keterkaitan antara objek yang satu dengan objek yang lain. Karena adanya keterkaitan ini maka terlihatnya suatu objek pada citra sering merupakan petunjuk bagi adanya objek lain. Misalnya fasilitas listrik yang besar sering menjadi petunjuk bagi jenis pabrik aluminium. Gedung sekolah berbeda dengan rumah ibadah, rumah sakit, dan sebagainya karena sekolah biasanya ditandai dengan adanya lapangan olah raga. Kunci interpretasi yang digunakan dalam interpretasi visual diterangkan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Unsur Interpretasi (Venus, 2008)

Unsur Interpretasi	Keterangan
Rona	Tingkat kegelapan atau kecerahan objek pada citra
Warna	Warna merupakan ciri fisik suatu objek yang dihasilkan atau ditimbulkan oleh suatu jenis pigmen (unsur warna) tertentu, misalnya hijau, merah, biru, dan lain lain.
Ukuran	Ukuran obejek dibedakan menjadi dua, yaitu ukuran absolut dan ukuran relatif.
Bentuk	Bentuk merupakan gambaran nyata dari objek yang digambarkan sesuai dengan objek sebenarnya.
Tekstur	Tekstur merupakan frekuensi perubahan <i>tone</i> yang dihasilkan pada potret yang dihasilkan dari agregat objek-objek yang kecil yang diletakkan satu persatu.

Unsur Interpretasi	Keterangan
Pola	Pola merupakan karakteristik makro yang digunakan untuk menggambarkan susunan spasial dari objek pada tubuh potret, termasuk pengulangan objek alam.
Situs	Situs merupakan elemen penting dalam interpretasi karena sangat membantu untuk memastikan jenis objek dalam kegiatan interpretasi pada potret guna mempertahankan eksistensinya di permukaan bumi sehingga setiap objek baik secara alami.
Asosiasi	Asosiasi adalah hubungan antara objek yang satu dengan yang lainnya. Asosiasi merupakan pengenalan objek yang dapat diketahui secara pasti maka pasangan objek yang berasosiasi dengan objek tersebut dapat diketahui dengan pasti.

2.5 Ground Control Point dan Independent Check Point

GCP atau titik kontrol tanah adalah proses penandaan lokasi yang berkoordinat berupa sejumlah titik yang diperlukan untuk kegiatan mengoreksi data dan memperbaiki keseluruhan citra. Tingkat akurasi GCP sangat bergantung pada jenis GPS yang digunakan dan jumlah sampel GCP terhadap lokasi dan waktu pengambilan (Hasyim, 2009). Lokasi ideal saat pengambilan GCP adalah perempatan jalan, sudut jalan, perpotongan jalan pedestrian, kawasan yang memiliki warna mencolok, persimpangan rel dengan jalan dan benda/ monumen/ bangunan yang mudah diidentifikasi atau dikenal. Perlu dihindari pohon, bangunan, dan tiang listrik selain sulit diidentifikasi, karena kesamaannya yang tinggi (Hasyim, 2009).

Titik kontrol tanah yang dibutuhkan dalam proses rektifikasi ini dapat diperoleh dengan beberapa cara, yaitu:

- a. *Image to map*, dimana titik kontrol tanah diperoleh dari peta yang mempunyai liputan yang sama dengan citra yang akan dikoreksi.
- b. *Image to image*, dimana titik kontrol tanah diperoleh citra lain yang terkoreksi dan mempunyai daerah liputan yang sama.
- c. *Image to GPS*, dimana titik kontrol tanah diperoleh dari pengukuran GPS langsung di lapangan.

Syarat penentuan sebaran titik kontrol tanah (GCP) adalah sebagai berikut:

- a. Pada sisi perimeter area citra.
- b. Pada tengah area/scene.
- c. Pada wilayah perbatasan/overlap scene citra.
- d. Tersebar secara merata dalam area citra.
- e. Menyesuaikan kondisi terrain.

ICP atau dalam bahasa Indonesia disebut sebagai titik uji akurasi, yaitu titik-titik yang sudah teridentifikasi pada citra dan peta referensi tetapi berlainan posisi dengan titik-titik kontrol tanah (Wibowo & Eko, 2010). ICP digunakan untuk menguji hasil rektifikasi yang telah dilakukan menggunakan GCP. Syarat persebaran ICP dalam area penelitian adalah sebagai berikut (Badan Informasi Geospasial, 2016):

- a. Objek yang digunakan sebagai titik uji harus memiliki sebaran yang merata di seluruh area yang akan diuji
- b. Pada setiap kuadran jumlah minimum titik uji adalah 20% dari total titik uji
- c. Jarak antar titik uji minimum 10% dari jarak diagonal area yang diuji.
- d. Untuk area yang tidak beraturan, pembagian kuadran dilakukan dengan membagi wilayah kelompok data menjadi empat bagian, dimana setiap bagian dipisahkan oleh sumbu silang. Pembagian kuadran dibuat sedemikian rupa sehingga jumlah dan sebaran titik uji mempresentasikan wilayah yang akan diuji.

Jumlah titik uji mendapatkan ketelitian dengan tingkat kepercayaan 90% ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2. 3 Jumlah Titik Uji Akurasi Berdasarkan Luasan (BIG, 2016)

Luasan (km²)	Jumlah Titik Uji untuk Ketelitian Horizontal
<250	12
251-500	20
501-750	25
751-1000	30
1001-1250	35
1251-1500	40
1501-1750	45
1751-2000	50
2001-2250	55
2251-2500	60

Jumlah titik uji untuk ketelitian geometri bertambah sejumlah 5 titik untuk setiap penambahan luasan sebesar 250 km². Syarat penentuan objek untuk titik kontrol (GCP maupun ICP) adalah sebagai berikut (Badan Informasi Geospasial,2016):

- a. Objek yang dijadikan GCP harus dapat diidentifikasi secara jelas dan akurat pada citra dalam resolusi tersebut.
- b. Objek harus berada pada permukaan tanah.
- c. Objek bukan merupakan bayangan.
- d. Objek tidak memiliki pola yang sama.
- e. Objek merupakan permanen dan diam serta diyakini akan mengalami perubahan atau pergeseran pada saat pengukuran GNSS.
- f. Bentuk objek harus jelas dan tegas.
- g. Warna objek harus kontras dengan warna disekitarnya.
- h. Terdapat akses menuju lokasi GCP.
- i. Bangunan dapat dipilih menjadi objek titik kontrol tanah dengan syarat adalah sebagai berikut:
 - i. Tidak ada objek lain selain bangunan.

- ii. Merupakan bangunan konkrit/ bukan bangunan sementara.
- iii. Bukan bangunan bertingkat, ketinggian bangunan maksimal 3 meter.
- iv. Objek yang diukur merupakan sudut atap dan bukan sudut tembok bagian dalam bangunan.

2.6 Root Means Square Error (RMSE)

RMSE digunakan untuk mengukur seberapa bagus ketepatan solusi hitungan tertentu terhadap data aslinya. Dengan kata lain dapat diartikan sebagai perbedaan antara koordinat output yang diharapkan untuk GCP dan koordinat output sebenarnya untuk titik yang sama ketika titiknya ditransformasikan dengan transformasi geometrik. RMSE dihitung dengan persamaan jarak :

$$RMSE = \sqrt{(X_r - X_i)^2 + (Y_r - Y_i)^2} \quad \dots(2.1)$$

Dimana,

X_i dan Y_i adalah koordinat input

X_r dan Y_r adalah koordinat referensi

Apabila nilai *RMS Error* lebih besar dari satu (RMSE >1) maka harus dilakukan koreksi geometrik lagi, sampai didapat nilai *RMS Error* kurang atau sama dengan satu (RMSE ≤ 1). Dan Apabila nilai RMSE kurang atau sama dengan satu (RMSE ≤ 1) maka citra tersebut sudah terkoreksi secara geometrik.

2.7 Strenght of Figure (SoF)

Faktor kekuatan bentuk geometri jaringan atau *strength of figure* (SoF) adalah kekuatan dari bentuk kerangka dimana kegunaannya adalah untuk menentukan kekuatan kerangka dari jaring geodesi yang diambil dari gambar dimana kekuatannya akan setara dengan kerangka yang akan dibuat dilapangan.

Penentuan posisi dan jumlah titik kontrol tanah sangat mempengaruhi hasil SoF yang juga berpengaruh pada tingkat ketelitian kerangka tersebut. SoF juga menunjukkan tingkat kekuatan geometri dari rangkaian segitiga yang menentukan penyebaran kesalahan dalam perataan jaringan. Kekuatan geometrik dicerminkan dengan harga SoF yang paling kecil, hal ini akan menjamin ketelitian yang merata pada seluruh jaringan. Sehingga dapat dipilih bentuk geometri yang baik (kuat dan kesalahan minimum).

Metode perhitungan *Strenght Of Figure*:

a. Perhitungan SoF dengan Perataan Bersyarat

Untuk melihat kekuatan dari jaringan yang dibentuk, maka dilakukan penghitungan kekuatan jaring atau strength of figure. Ada beberapa metode yang dapat digunakan. Semakin kecil nilai dari kekuatan jaring, menunjukkan jaring yang dibentuk semakin kuat. Berikut ini adalah penghitungan SoF dengan menggunakan rumus (Sukojo, 2006):

$$R = \frac{(D-C)}{D} \sum (\delta A^2 + \delta B \cdot \delta A + \delta B^2) \quad \dots(2.2)$$

Keterangan:

R = *strenght of figure*

D = total arah atau pengamatan dalam jaring

C = jumlah kondisi sudut dan sisi

δA = harga diferensial pada decimal keenam dari log sin A

δB = harga diferensial pada decimal keenam dari log sin B

Untuk menghitung banyaknya syarat (C) digunakan rumus:

$$C = (n' - S' + 1) + (n - 2S + 3) \quad \dots(2.3)$$

Keterangan:

n' = jumlah baseline yang diukur dari dua arah

n = jumlah seluruh baseline

S = jumlah seluruh titik

S' = jumlah titik yang diukur dengan dua arah

b. Perhitungan SoF dengan Perataan Parameter

Geometri dari suatu jaringan dapat dikarakterisir dengan beberapa parameter, seperti jumlah dan lokasi titik dalam jaringan (termasuk titik tetap), jumlah baseline dalam jaringan (termasuk common baseline), konfigurasi baseline dan loop, serta konektivitas titik dalam jaringan (Abidin, 2000 dalam Sukojo, 2006).

Kekuatan geometri jaringan akan sangat tergantung pada karakteristik yang diadopsi dari parameter-parameter tersebut. Untuk jumlah titik dalam jaringan yang sama, beberapa bentuk konfigurasi jaringan dapat dibuat tergantung pada karakteristik parameter geometri jaringan yang digunakan. Ada beberapa parameter dan kriteria yang dapat digunakan untuk menentukan konfigurasi jaringan yang paling baik. Salah satunya adalah didasarkan pada persamaan yang menggambarkan tingkat ketelitian dari koordinat titik-titik dalam jaringan. Dengan mengasumsikan faktor variansi aposteriori sama dengan satu serta ketelitian vektor baseline dan vektor koordinat yang homogen dan independen antar komponennya, suatu bilangan untuk memprediksi kekuatan jaringan dapat diformulasikan sebagai berikut :

$$SOF = \frac{Trace ([A^T].[A])^{-1}}{u} \quad \dots(2.4)$$

Keterangan:

A = matrik desain

U = Jumlah parameter merupakan $n - u$

Sedangkan:

n = jumlah baseline x 3 komponen per baseline

u = jumlah titik x 3 komponen koordinat per titik

Semakin kecil bilangan faktor kekuatan jaringan tersebut di atas, maka akan semakin baik konfigurasi jaringan yang bersangkutan dan sebaliknya.

2.8 Klasifikasi Citra

Klasifikasi Citra Klasifikasi citra merupakan suatu proses penyusunan, pengurutan, atau pengelompokan semua piksel ke dalam kelas tertentu berdasarkan suatu kriteria atau kategori objek. Metode klasifikasi citra terdiri dari klasifikasi terselia, tak terselia, dan hibrida (campuran terselia dan tak terselia):

a. Klasifikasi Terselia

Klasifikasi terselia merupakan proses klasifikasi dengan pemilihan kategori informasi yang diinginkan dan memilih training area untuk tiap kategori penutup lahan yang mewakili sebagai kunci interpretasi. Di dalam klasifikasi ini digunakan data penginderaan jauh multispektral yang berbasis numerik, untuk pengenalan polanya dilakukan proses otomatis dengan bantuan komputer, sedangkan identitas dan nilai informasi atau tipe penutup lahan telah diketahui sebelumnya.

b. Klasifikasi Tak Terselia

Klasifikasi tak terselia menggunakan algoritma untuk mengkaji atau menganalisis sejumlah piksel yang tidak dikenal dan membaginya dalam sejumlah kelas berdasarkan pengelompokan nilai digital citra. Kelas yang dihasilkan dari klasifikasi ini adalah kelas spektral. Oleh

karena itu, pengelompokan kelas didasarkan pada nilai natural spektral citra, dan identitas nilai spektral tidak dapat diketahui secara dini. Hal itu disebabkan analisisnya belum menggunakan data rujukan seperti citra skala besar untuk menentukan identitas dan nilai informasi setiap kelas spektral.

c. Klasifikasi hibrida (campuran)

Klasifikasi hibrida atau campuran merupakan analisis klasifikasi yang memadukan kelas spektral dari klasifikasi tak terselia dengan informasi yang cocok dengan referensi. Pendekatan ini melibatkan data tak terselia dan terselia analisis training sample diambil dari cluster hasil klasifikasi tak terselia, sehingga terjadi pengelompokan cluster terselia. Klasifikasi/Interpretasi citra bertujuan untuk pengelompokkan atau membuat segmentasi mengenai kenampakan-kenampakan yang homogen. Klasifikasi yang akan dijelaskan dibawah ini adalah klasifikasi visual, dimana pengenalan penutup/penggunaan lahan sampai pada tahap fungsi dari lahan tersebut (misal, sawah, lading/tegalan, kebun campur, hutan, dll) yang kemudian dilakukan pendeliniasian (pemberian batas antara penutup/penggunaan lahan yang berbeda) langsung pada monitor komputer (*digitation on screen*).

Untuk dapat melakukan interpretasi, penafsir memerlukan unsur-unsur pengenal pada objek atau gejala yang terekam pada citra. Unsur-unsur pengenal ini secara individual maupun secara kolektif mampu membimbing penafsir ke arah pengenalan yang benar. Unsur-unsur ini disebut unsur-unsur interpretasi, yang meliputi 7 kunci interpretasi, yaitu Rona (*tone*) mengacu pada kecerahan relatif objek pada citra. Bentuk secara umum, konfigurasi, atau garis besar wujud objek secara individual. Ukuran (*size*) objek pada foto harus dipertimbangkan dalam konteks skala yang ada. Pola (*pattern*) terkait dengan

susunan keruangan objek. Bayangan (*shadow*) sangat penting bagi penafsir karena, dapat memberikan dua macam efek yang berlawanan. Tekstur (*texture*) merupakan ukuran frekuensi perubahan rona pada gambar objek. Situs (*site*) atau letak merupakan penjelasan tentang lokasi objek relatif terhadap objek atau kenampakan lain yang lebih mudah untuk dikenali, dan dipandang dapat dijadikan data untuk identifikasi objek yang dikaji (Purwadhi, 2001).

2.9 Uji Ketelitian Klasifikasi

Penelitian menggunakan data dan metode tertentu perlu dilakukan uji ketelitian, karena hasil uji ketelitian sangat mempengaruhi besarnya kepercayaan pengguna terhadap setiap jenis data maupun metode analisisnya (Purwadhi, 2001).

Uji ketelitian interpretasi yang disarankan oleh Short (1982) dapat dilakukan dalam empat cara sebagai berikut :

1. Melakukan pengecekan lapangan serta pengukuran beberapa titik (*sample area*) yang dipilih dari setiap penutup lahan. Uji ketelitian pada setiap sample area penutup atau penggunaan lahan yang homogen.

$$KI = \frac{JKI}{JSL} \times 100\% \quad \dots(2.5)$$

Keterangan:

KI = Ketepatan Interpretasi

JKI = Jumlah Kebenaran Interpretasi

JSL = Jumlah Sampel Lapangan

2. Menilai hasil interpretasi setiap citra dengan peta referensi atau peta udara pada arah yang sama dengan waktu yang sama. Hal ini sangat diperlukan dalam penafsiran batas-batas dan perhitungan (pengukuran) luas setiap jenis penutup/penggunaan lahan.
3. Analisa statistik dilakukan pada data dasar dan citra hasil klasifikasi. Analisa dilakukan terutama terhadap kesalahan

setiap penutup atau penggunaan lahan yang disebabkan oleh keterbatasan resolusi citra (khususnya resolusi spasial yang merupakan dimensi keruangan). Analisa dilakukan dari beberapa piksel dengan penghitungan variance statistik setiap saluran spektral data yang digunakan. Pengambilan piksel untuk ketelitian uji ketelitian diambil yang benar-benar murni penutup lahannya (bukan berupa piksel gabungan atau piksel yang isinya beberapa jenis kenampakan = *Mix Pixel*).

4. Membuat matrix dari tiap kesalahan (*confussion matrix*) pada setiap bentuk penutup lahan atau penggunaan lahan dari hasil interpretasi citra penginderaan jauh. Ketelitian pemetaan dibuat dalam beberapa kelas X yang dapat dihitung dengan rumus:

$$MA = \frac{X_{cr \text{ pixel}}}{X_{cr \text{ pixel}} + X_{o \text{ pixel}} + X_{co \text{ pixel}}} \quad \dots(2.6)$$

Keterangan:

MA = Ketelitian Pemetaan (*Mapping Accuracy*)

X_{cr} = Jumlah kelas X yang terkoreksi

X_o = Jumlah kelas X yang masuk ke dalam kelas lain (omisi)

X_{co} = Jumlah kelas X tambahan dari kelas lain (komisi)

Ketelitian seluruh hasil klasifikasi (KH) adalah:

$$KH = \frac{\text{Jumlah Piksel Murni Semua Kelas}}{\text{Jumlah Semua Piksel}} \quad \dots(2.7)$$

Ketelitian klasifikasi masuk dalam toleransi yang ditetapkan apabila KH atau ketelitian sebuah klasifikasi memiliki nilai $\geq 80\%$ (Utami, 2009 dalam Atmapradana, 2010).

2.10 Korelasi

Korelasi sederhana merupakan suatu teknik statistik yang dipergunakan untuk mengukur kekuatan hubungan dua variabel dan juga untuk dapat mengetahui bentuk hubungan

antara dua variabel tersebut dengan hasil yang sifatnya kuantitatif. Kekuatan hubungan antara dua variabel yang dimaksud disini adalah apakah hubungan tersebut kuat, sedang, ataupun lemah sedangkan bentuk hubungannya adalah apakah bentuk korelasinya linear positif ataupun linear negatif.

Salah satu yang paling sering digunakan adalah Korelasi Pearson. Ini merupakan Metode Parametrik sehingga memerlukan pengujian asumsi, yaitu Data memiliki skala pengukuran interval atau rasio (harus numerik bukan kategorik), mengikuti distribusi normal dan memiliki hubungan linier (Mattjik & Sumertajaya, 2000).

Koefisien korelasi adalah nilai yang menunjukkan kuat/tidaknya hubungan linier antar dua variabel. Koefisien korelasi biasa dilambangkan dengan huruf r dimana nilai r dapat bervariasi dari -1 sampai +1. Nilai r yang mendekati -1 atau +1 menunjukkan hubungan yang kuat antara dua variabel tersebut dan nilai r yang mendekati 0 mengindikasikan lemahnya hubungan antara dua variabel tersebut. Sedangkan tanda + (positif) dan - (negatif) memberikan informasi mengenai arah hubungan antara dua variabel tersebut. Jika bernilai + (positif) maka kedua variabel tersebut memiliki hubungan yang searah. Dalam arti lain peningkatan X akan bersamaan dengan peningkatan Y dan begitu juga sebaliknya. Jika bernilai - (negatif) artinya korelasi antara kedua variabel tersebut bersifat berlawanan. Peningkatan nilai X akan dibarengi dengan penurunan Y.

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}} \dots(2.8)$$

Dimana:

r = Koefisien korelasi

$\sum XY$ = Jumlah hasil kali skor X dan Y

$\sum X$	= Jumlah skor X
$\sum Y$	= Jumlah skor Y
n	= Jumlah sampel

2.11 NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) merupakan suatu pengukur vegetasi yang sensitif dan sangat bagus dengan menggunakan perbedaan energi spektral yang dipantulkan oleh kanopi vegetasi pada panjang gelombang spektrum elektromagnetik merah dan inframerah dekat. Dalam Jensen (1998) lihat Transformasi NDVI mengikuti persamaan berikut:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}} \quad \dots(2.9)$$

Dengan:

NDVI: *Normalized Difference Vegetation Index*

ρ_{NIR} : Nilai Spektral Kanal Cahaya Inframerah Dekat

ρ_{Red} : Nilai Spektral Kanal Cahaya Merah

Oleh karena spektrum NIR merupakan wilayah berkarakteristik high reflectance dan red adalah wilayah maksimum absorpsi (*minimum reflectance*) dedaunan, maka nilai NDVI vegetasi akan selalu positif dan berbanding langsung dengan biomassa daun per satuan luas.

2.12 Batu Kapur

Batu kapur merupakan bahan alam yang banyak terdapat di Indonesia. Batu kapur adalah batuan padat yang mengandung banyak kalsium karbonat (Lukman et al., 2012). Mineral karbonat yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu kapur adalah aragonite CaCO_3 yang merupakan mineral metastable karena pada kurun waktu tertentu dapat berubah menjadi kalsit (CaCO_3) (Sucipto et al., 2007).

Kalsium karbonat adalah mineral inorganik yang dikenal tersedia dengan harga murah secara komersial. Sifat fisis kalsium karbonat seperti, morfologi, fase, ukuran dan distribusi ukuran harus dimodifikasi menurut bidang pengaplikasiannya. Bentuk morfologi dan fase kalsium karbonat (CaCO_3) terkait dengan kondisi sintesis seperti, konsentrasi reaktan, suhu, waktu aging dan zat adiktif alam (Kirboga dan Oner, 2013).

Seperti yang diketahui bahwa batu kapur mengandung sebagian besar mineral kalsium karbonat yaitu sekitar 95%. Kandungan kalsium karbonat ini dapat diubah menjadi kalsium oksida dengan kalsinasi sehingga lebih mudah dimurnikan untuk mendapatkan kalsiumnya. Dengan cara ini, batu kapur dapat dimanfaatkan dalam sektor kesehatan, yakni dalam aplikasi klinis untuk penelitian dibidang medis dan untuk perkembangan dalam pembuatan biomaterial sehingga meningkatkan nilai ekonomis batu kapur itu sendiri (Gusti, 2008).



Gambar 2. 6 Batu Kapur (Dunham, 1962)

2.13 Peta Geologi

Peta geologi adalah bentuk ungkapan data dan informasi geologi suatu daerah/wilayah/kawasan dengan tingkat kualitas berdasarkan skala. Peta geologi menggambarkan informasi sebaran dan jenis serta sifat batuan, umur, stratigrafi, stuktur, tektonika, fisiografi dan sumberdaya mineral serta energi. Peta geologi disajikan

berupa gambar dengan warna, simbol dan corak atau gabungan ketiganya. Penjelasan berisi informasi, misalnya situasi daerah, tafsiran dan rekaan geologi, dapat diterangkan dalam bentuk keterangan pinggir (SNI 4691- 1998).

Pada Peta Geologi terdapat informasi mengenai formasi geologi batuan kapur, berikut formasi geologi yang terdapat pada Kabupaten Tuban:

a. Alluvium

Dalam formasi ini mengandung pasir, lempung, lanau, dan kerikil. Formasi ini banyak ditemui di sekitar sungai dan pesisir pantai.

b. Batulempung Anggota Formasi Kujung

Batulempung sebagian gampingan dengan perselingan batu lanau lempungan berwarna kelabu muda, lapisan-lapisan tipis napal berwarna kelabu sangat muda dan setempat batupasir gampingan berbutir halus, banyaknya dan kekerasan dari lapisan-lapisan napal bertambah dibagian atas.

c. Batugamping Prupu, Anggota Formasi Kujung

Batugamping kompak, tersemenkan dengan baik, membentuk singkapan-singkapan yang tahan, bongkah-bongkah besar tersebar dipermukaan. Selingan-selingan napal dan batulempung tidak tersingkap dan hanya diketahui dari sumur-sumur dan lubang pengeboran.

d. Batulanau Anggota Formasi Kujung

Tersusun atas batulanau, sebagian gampingan dan lempungan. Dibagian bawah lapisan-lapisan tipis batulempung berwarna kelabu kehijauan, gampingan, berlapis tipis, mengandung foraminifera besar, Pelecypoda kecil, Gastropoda dan sisa tanaman, kongkresi dolomit besian dan pirit.

e. Formasi Bulu

Dalam formasi ini mengandung batugamping pasiran dengan sisipan batu napal pasiran.

f. Formasi Ledok

Dalam formasi ini mengandung batupasir glaukonitan dengan sisipan batugamping pasiran.

g. Formasi Mundu

Dalam formasi ini mengandung batunapal, batulempung lanauan dan batugamping napalan.

h. Formasi Ngrayong

Dalam formasi ini mengandung batupasir kuarsa yang berselingan dengan batulempung pasiran dan batugamping

i. Formasi Paciran

Terdiri atas batugamping, batugamping dolomitan dan dolomit. Berwarna putih, kelabu, coklat dan kemerahan, organik dengan fragmen alga, koral, foraminifera besar dan moluska.

j. Formasi Tuban

Tersusun atas batulanau, berwarna kelabu, hijau dan kelabu kekuningan dengan selingan batugamping pasiran lempungan. Setempat mengandung kongkresi dan batulempung gampingan besian

k. Formasi Wonocolo

Dalam formasi ini mengandung napal pasiran berselingan dengan batugamping pasiran

l. Formasi Lidah

Tersusun atas Batulempung, lempung hitam dan batupasir.

2.14 Metode Pengharkatan (*Scoring*)

Menurut Sihotang (2016), model (sistem) *scoring* atau *Weighted Linear Combination* (WLC) digunakan untuk merepresentasikan tingkat kedekatan, keterkaitan, atau beratnya dampak tertentu pada suatu fenomena secara spasial. Setiap parameter masukan akan diberikan skor dan kemudian akan dijumlahkan untuk memperoleh tingkat keterkaitan. Hasil akhir dari sistem skoring adalah mengklasifikasikan

tingkat keterkaitan parameter keluaran. Klasifikasi didasarkan pada nilai total skor dari setiap parameter masukan. Rentang klasifikasi parameter keluaran ditentukan berdasarkan rentang nilai terendah (x_{min}) hingga tertinggi (x_{max}) dibagi dengan jumlah kelas yang diinginkan.

$$X_{min} = \sum_{i=1}^n x_{min_i} \quad \dots(2.10)$$

$$X_{max} = \sum_{i=1}^n x_{max_i} \quad \dots(2.11)$$

Dengan:

X_{min} = skor terendah

X_{max} = skor tertinggi

X_{min_i} = skor terendah parameter masukan ke-i

X_{max_i} = skor tertinggi parameter masukan ke-i

n = jumlah parameter masukan.

Jika jumlah kelas parameter keluaran yang diinginkan adalah m, maka rentang skor antar kelasnya adalah:

$$\text{Rentang Skor} = \frac{(X_{max} - X_{min})}{m} \quad \dots(2.12)$$

2.15 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian Tri Muji Susantoro, Projo Danoedoro, dan Sutikno tahun 2009, dengan judul penelitian Pengenalan Aplikasi Geologi Daerah Bojonegoro dan Sekitarnya Menggunakan Data Landsat 7 ETM+. Memiliki tujuan menginterpretasi kondisi geologi daerah kajian. Menggunakan metode band rationing dan penggabungan citra dengan DEM dari SRTM. Data-data yang digunakan berupa Citra Landsat 7 ETM+ dan SRTM 30 m. Kemudian didapatkan hasil berupa peta interpretasi geologi daerah Bojonegoro skala 1:200.000.

Dalam penelitian Nurjannah tahun 2013, dengan judul penelitian Pemodelan Estimasi Potensi Tambang Batu Kapur Dari Hasil Analisa Data Citra Satelit Landsat 7 ETM+ (Studi Kasus: Tambang Batu Kapur PT. Semen Gresik

Persero Tbk. Pabrik Tuban). Memiliki tujuan pembuatan model untuk mengetahui estimasi potensi tambang batu kapur di PT. Semen Gresik (Persero) Tbk. dari data citra satelit Landsat 7 ETM+. Menggunakan metode klasifikasi dan uji ketelitian. Data-data yang digunakan berupa citra Landsat 7 ETM+ dan data Survei Pengukuran Lapangan. Kemudian didapatkan hasil berupa peta luasan daerah tambang kapur.

Dalam penelitian Carolina tahun 2014, dengan judul penelitian Interpretasi Struktur Geologi dan Litologi Melalui Citra Landsat 8 dan SRTM disebagian Kabupaten Rembang dan Sekitarnya. Memiliki tujuan memetakan struktur geologi dan litologi sebagian Rembang dan sekitarnya. Menggunakan metode komposit citra, pemfilteran, penajaman kontras, penggabungan citra dan Interpretasi visual secara digital. Data-data yang digunakan citra Landsat 8 dan SRTM 30 meter. Kemudian didapatkan hasil berupa peta geologi (struktur geologi dan litologi) sebagian Kabupaten Rembang dan sekitarnya.

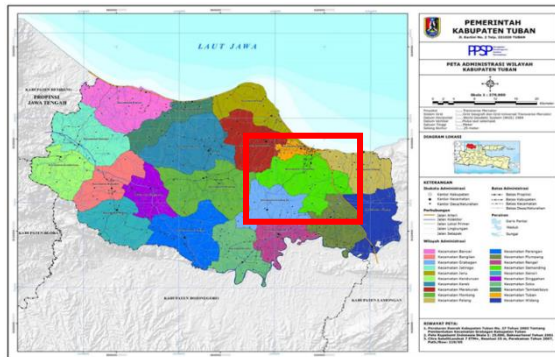
Dalam penelitian Diyaulhaq Al Majid tahun 2017, dengan judul penelitian Pemetaan Potensi Batuan Kapur Menggunakan Metode Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Tuban. Memiliki tujuan memetakan potensi batuan kapur di Kabupaten Tuban. Menggunakan metode klasifikasi dan uji ketelitian. Data-data yang digunakan citra Landsat 8 dan citra resolusi tinggi Quickbird. Kemudian didapatkan hasil berupa peta potensi batu kapur di Kabupaten Tuban.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian tugas akhir ini dilakukan di Kecamatan Semanding, Kabupaten Tuban, Jawa Timur yang secara astronomis terletak pada $111^{\circ} 58' 0'' - 112^{\circ} 8' 45''$ BT dan $6^{\circ} 53' 44'' - 7^{\circ} 1' 24''$ LS.



Gambar 3. 1 Peta Administrasi Wilayah Kabupaten Tuban
(PPSP Kabupaten Tuban, 2017)

Kecamatan Semanding memiliki batas wilayah yaitu sebelah utara, berbatasan dengan Kecamatan Tuban, sebelah timur berbatasan dengan Kecamatan Palang, sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Plumpang dan Kecamatan Grabagan, sedangkan sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Merakurak.

3.2 Data dan Peralatan

3.2.1 Data

Data yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini antara lain:

- a. Citra Quickbird tanggal 13 Oktober 2013 (sumber: Bappeda Tuban)
- b. Peta Geologi Kecamatan Semanding (sumber: Bappeda Tuban)

- c. Foto kamera NDVI (sumber: Pengambilan foto)
- d. Batas administrasi Kecamatan Semanding (sumber: Bappeda Tuban)
- e. Titik Koordinat GCP (sumber: Pengukuran *GPS Geodetic*)
- f. Tabel Kualitas Batuan Kapur (sumber: Hasil Uji Analisa Laboratorium Kimia ITS)

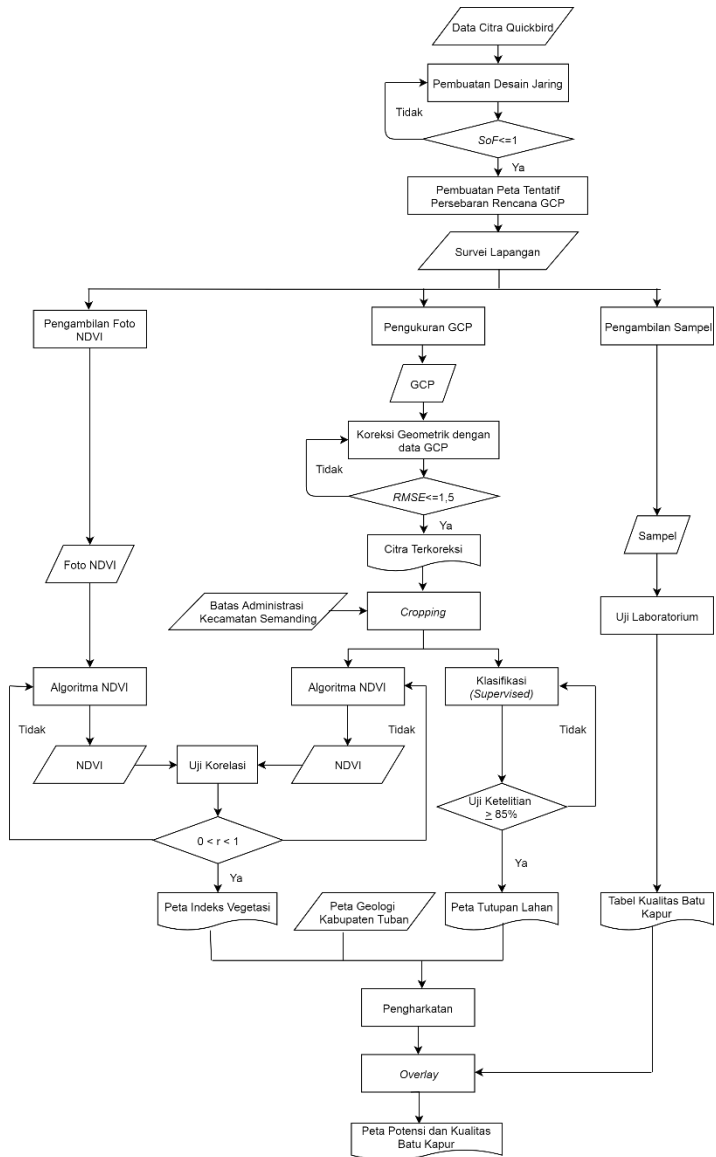
3.2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini dibagi menjadi dua, yaitu:

- a. Perangkat Keras
 - i. *GPS Geodetic Hiper Pro dual frequency.*
 - ii. *GPS Handheld.*
 - iii. Kamera NDVI
 - iv. Laptop.
- b. Perangkat Lunak
 - i. Perangkat lunak pengolah data citra satelit.
 - ii. Perangkat lunak pengolah data GPS.
 - iii. Perangkat lunak penulisan laporan.

3.3 Metodologi Pekerjaan

Penelitian ini dilakukan dengan melalui beberapa tahapan pengolahan data. Berikut tahapan dari pengolahan data pada penelitian ini:



Gambar 3. 2 Diagram Alir Pengolahan Data

Berikut penjelasan diagram alir pengolahan data:

a. Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang digunakan yaitu Citra Quickbird, data batas administrasi Kecamatan Semanding, data formasi Geologi Kecamatan Semanding serta data titik GCP dan ICP yang diukur menggunakan *GPS Geodetic Hiper Pro dual frequency*.

b. *Pansharpening*

Pansharpening dilakukan untuk proses penggabungan citra pankromatik dengan multispektral untuk menghasilkan citra resolusi sangat tinggi yang mempunyai warna untuk mempermudah identifikasi dalam peletakan titik GCP dan ICP.

c. Pembuatan Jaring

Membuat sebaran titik GCP dan ICP yang nantinya akan digunakan untuk pembuatan jaring.

d. *Strength of Figure*

Strength of Figure digunakan untuk pembuatan jaring dan dihitung kekuatannya. Menurut Abidin (2002), Semakin kecil nilai maka semakin kuat konfigurasi desain jaring. Desain jaring dianggap kuat jika nilai desain jarring nilainya <1 .

e. Survei Lapangan

Dalam survei lapangan dilakukan pengukuran titik-titik GCP dan ICP menggunakan *GPS Geodetic Hiper Pro dual frequency*, kemudian didapatkan koordinat GCP dan ICP yang nantinya digunakan untuk proses Koreksi Geometrik. Melakukan pengambilan sampel batu kapur untuk uji laboratorium sebagai data kualitas batu kapur. Melakukan pemotretan dengan kamera NDVI sebagai data untuk uji korelasi nilai indeks vegetasi.

f. Koreksi Geometrik

Koreksi Geometrik bertujuan untuk menyesuaikan koordinat piksel pada citra dengan koordinat bumi di bidang datar. Citra yang belum dikoreksi akan memiliki

kesalahan geometris. Sehingga perlu dilakukan koreksi menggunakan pengukuran koordinat GCP dengan melakukan pengukuran dilapangan. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 telah menetapkan nilai *RMS Error* yang diperkenankan adalah $\leq 1,5$ piksel.

- g. Pembuatan Peta Indeks Vegetasi
Pembuatan peta dilakukan dengan menggunakan algoritma NDVI, serta dilakukan klasifikasi dan pengharkatan.
- h. Pembuatan Peta Geologi
Data unsur Geologi didapatkan dalam format shapefile kemudian dilakukan pengharkatan pada data yang tersedia.
- i. Pembuatan Peta Tutupan Lahan
Pembuatan peta dilakukan dengan menggunakan supervised classification: maximum likelihood, serta menghitung matriks konfusi dan melakukan pengharkatan.
- j. Tabel Kualitas Batu Kapur
Sampel yang diperoleh dilakukan Uji Laboratorium untuk mendapatkan kadar CaCO_3 yang terkandung pada batu kapur.
- k. Uji ketelitian
Uji ketelitian dilakukan untuk melakukan pengecekan antara hasil pengolahan citra dengan data pengukuran di lapangan.
- l. Pengharkatan
Metode Pengharkatan didasarkan pemberian nilai pada masing-masing satuan lahan sesuai dengan karakteristiknya.
- m. Overlay dan Reklasifikasi
Dilakukan overlay terhadap tiga peta yang telah diberikan harkat yaitu peta tutupan lahan, peta indeks vegetasi dan peta geologi agar mendapatkan peta luas potensi batuan kapur serta menampilkan titik sampel batu kapur sesuai kualitasnya. Reklasifikasi dilakukan dengan

membagi menjadi 5 kelas potensi batuan kapur serta membagi menjadi 3 kelas kualitas batuan kapur.

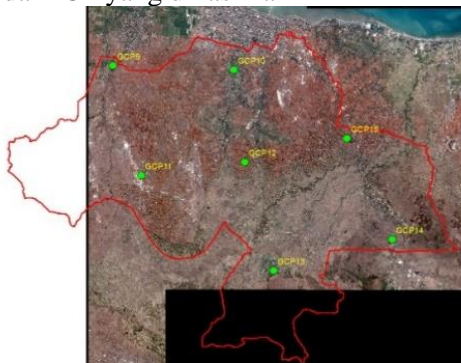
BAB IV HASIL DAN ANALISA

4.1 Hasil

4.1.1 Pengolahan Citra Satelit Quickbird

Citra Satelit Quickbird yang digunakan telah terkoreksi Radiometrik dengan tanggal akuisi 10 Oktober 2013. Namun, Citra Satelit Quickbird yang digunakan belum terkoreksi geometrik. Koreksi Geometrik dilakukan dengan mentransformasikan posisi setiap pixel yang ada di citra terhadap terhadap posisi yang sama dipermukaan bumi dengan menggunakan titik GCP dan titik ICP yang didapat dari pengukuran di lapangan menggunakan *GPS Geodetic Hiper Pro dual frequency*.

Sebelum melakukan pengukuran titik GCP dan ICP dilapangan, perlu dilakukan perencanaan sebaran titik GCP dan ICP serta menghitung SoF desain jaring dari rencana sebaran titik GCP. Berikut ini gambar sebaran titik GCP dan ICP. Berikut gambar persebaran titik GCP dan ICP yang dihasilkan



Gambar 4. 1 Sebaran Titik GCP dan ICP

Dari sebaran titik GCP dan ICP tersebut dilakukan perhitungan SoF. Perhitungan nilai SoF dilakukan dengan menggunakan rumus 2.4. Sehingga didapatkan nilai SoF sebesar 0.709. Semakin kecil nilai maka semakin kuat konfigurasi desain jaring. Dari perhitungan SoF diatas didapatkan nilai <1 yang berarti desain jaring dapat dianggap kuat (Abidin, 2002).

Metode pengukuran GCP dan ICP yang digunakan adalah metode *differential* radial dengan durasi pengukuran 30-40 menit pada masing-masing titik. Data pengukuran diolah dengan menggunakan lunak pengolahan data GPS.

Koreksi geometrik pada citra menggunakan koordinat GCP dan ICP yang telah diikatkan dengan CORS CTBN Tuban dan telah dikoreksi dengan SRGI BIG sehingga didapatkan RMSE yang diharuskan <1,5 piksel yakni sebesar 0,331 meter.

Citra yang telah terkoreksi geometrik selanjutnya dilakukan uji akurasi untuk mengetahui nilai ketelitian citra. Menurut Modul Validasi Rencana Peta Tata Ruang BIG (2016) peta dikatakan memenuhi standar jika ketelitian horisontalnya <2,5m. Uji akurasi dilakukan dengan menghitung RMSE dari seluruh titik ICP kemudian dihitung dengan rumus menurut Pedoman Teknik Ketelitian Peta Dasar.

$$Akurasi\ Horizontal = 1,517 \times RMSE$$

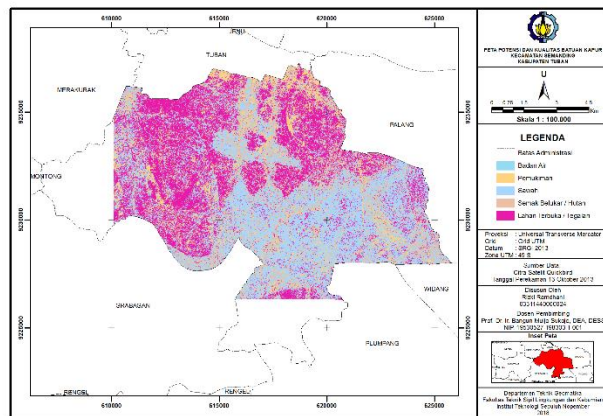
Hasil dari perhitungan uji akurasi didapatkan 0,502m sehingga sesuai dengan standar PERKA BIG No.15/2014 Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.

4.1.2 Peta Tutupan Lahan

Peta tutupan lahan dibuat dari sumber data citra satelit Quickbird dengan tanggal perekaman 13 Oktober 2013 yang telah dikoreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Pembuatan peta dilakukan dengan

interpretasi digital menggunakan metode *Supervised Classification : Maximum Likelihood* yaitu metode yang mengasumsikan bahwa statistik untuk setiap kelas di masing-masing band yang terdistribusi secara normal dan menghitung probabilitas bahwa setiap pixel yang diberikan milik kelas tertentu dan didapatkan nilai matrik konfusi sebesar 86,419%.

Klasifikasi tutupan lahan pada penelitian ini berdasarkan SNI 7645:2010 Klasifikasi Penutup Lahan. Pada daerah penelitian ini dihasilkan 5 tipe tutupan lahan yaitu badan air, pemukiman, sawah, semak belukar/hutan dan lahan terbuka/tegalan. Berikut adalah hasil peta tutupan lahan Kecamatan Semanding.



Gambar 4. 2 Peta Tutupan Lahan

Berikut adalah tabel klasifikasi tutupan lahan beserta luasannya.

Tabel 4. 1 Klasifikasi dan Luas Tutupan Lahan

Kelas	Tutupan Lahan	Luas(ha)
1	Badan Air	188,019
2	Lahan Terbuka/Tegal	3609,339
3	Pemukiman	1653,645

Kelas	Tutupan Lahan	Luas(ha)
4	Sawah	4310,901
5	Semak Belukar/Hutan	1234,470

Hasil klasifikasi tutupan lahan ini perlu dilakukan uji ketelitian tutupan lahan dengan menyesuaikan klasifikasi tutupan lahan pada citra dengan keadaan di lapangan. Uji ketelitian ini menggunakan 79 titik sampel yang diambil secara acak pada daerah penelitian.

Tutupan lahan merupakan salah satu faktor pendorong terbentuknya batuan kapur. Daerah seperti hutan yang lebat akan mempunyai kandungan CO₂ dalam tanah yang melimpah akibat dari hasil perombakan sisa-sisa organik (dahan, ranting, daun, bangkai binatang) oleh mikro organisme. Semakin besar konsentrasi CO₂ dalam air semakin tinggi tingkat daya larut air terhadap batugamping (Majid, 2017).

Menurut Nurjannah (2013). Dengan adanya proses pelarutan oleh air yang berlangsung terus menerus pada suatu daerah karst akan menghasilkan beraneka ragam bentukan baru suatu daerah yang akan menunjukkan termasuk ke dalam tingkatan mana siklus karst yang terjadi. Bentukan-bentukan khas yang terjadi salah satunya yaitu *terra rossa*, yaitu tanah liat berwarna merah yang terdapat dipermukaan. Tanah ini adalah sisa pelarutan yang tidak diangkut ke dalam celah-celah batuan. Tanah ini biasanya dimanfaatkan oleh penduduk sekitar karst untuk berladang, dengan tanaman mengisi kacang tanah, jagung dan cabai.

Berdasarkan parameter tutupan lahan ini, maka untuk mengidentifikasi daerah yang berpotensi batu kapur pada klasifikasi tutupan lahan adalah tutupan lahan lahan terbuka/tegalan dan semak belukar. Tutupan lahan semak belukar yang berpotensi adanya

batu kapur adalah semak belukar yang terdapat tanaman palawija dan pohon jati.

4.1.3 Peta Indeks Vegetasi

Peta Indeks Vegetasi dibuat dari sumber data citra satelit Quickbird dengan tanggal perekaman 13 Oktober 2013 yang telah dikoreksi geometrik dan koreksi radiometrik. Pembuatan peta dilakukan dengan melakukan perhitungan algoritma NDVI .

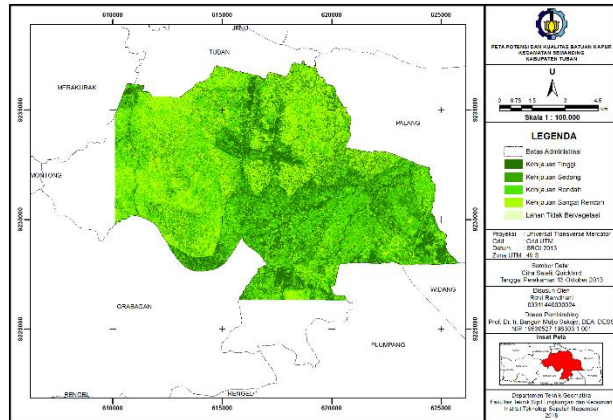
Dari pengolahan NDVI pada daerah penelitian didapatkan nilai terendah -0,146 dan nilai tertinggi 0,608. Semakin rendah nilai NDVI, maka daerah tersebut semakin tinggi potensi adanya batuan kapur, begitu juga sebaliknya (Nurjannah, 2013). Hal ini dikarenakan batuan kapur sering terdapat pada ladang/tegalan.

Penentuan kelas indeks vegetasi pada algoritma NDVI ini dilakukan berdasarkan Permen No: P.12/Menhut-II/2012 yang membagi menjadi lima kelas klasifikasi yakni lahan tidak bervegetasi, kehijauan sangat rendah, kehijauan rendah, kehijauan sedang, dan kehijauan tinggi dengan kisaran nilai sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Klasifikasi Tingkat Kerapatan Vegetasi
(Permen No: P.12-II/2012)

Kelas	Kisaran Nilai NDVI	Tingkat Kerapatan
1	-1 s/d -0,03	Lahan Tidak Bervegetasi
2	-0,03 s/d 0,15	Kehijauan Sangat Rendah
3	0,15 s/d 0,25	Kehijauan Rendah
4	0,25 s/d 0,35	Kehijauan Sedang
5	0,35 s/d 1	Kehijauan Tinggi

Berikut adalah hasil peta indeks vegetasi menggunakan algoritma NDVI dan tabel klasifikasi beserta luasannya.



Gambar 4. 3 Peta Indeks Vegetasi

Berikut adalah tabel klasifikasi tutupan lahan beserta luasannya

Tabel 4. 3 Klasifikasi Indeks Vegetasi dan Luasannya

Kelas	NDVI	Kategori	Luas(ha)
1	-0,146 s/d - 0,03	Lahan tidak bervegetasi	5,262
2	-0,03 s/d 0,15	Kehijauan Sangat Rendah	3316,608
3	0,15 s/d 0,25	Kehijauan Rendah	3727,882
4	0,25 s/d 0,35	Kehijauan Sedang	1898,317
5	0,35 s/d 0,608	Kehijauan Tinggi	2041,419

Jika ditinjau dari parameter kerapatan vegetasi, menyatakan bahwa salah satu syarat terbentuknya

kawasan karst (dengan dominasi batu kapur dan dolomit) adalah memiliki vegetasi penutup lahan dengan kerapatan tinggi. Namun dari hasil pengolahan citra dan interpretasi citra di dapatkan hasil bahwa indeks vegetasi yang ada di lokasi yang memiliki potensi batu kapur tersebut masuk dalam tipe kehijauan sangat rendah dan kehijauan rendah sehingga semakin rendah nilai kehijauannya maka semakin berpotensi adanya batuan kapur. Hal tersebut dikarenakan karena telah berubahnya daerah semak belukar menjadi lahan terbuka/tegalan (Nurjannah, 2013).

4.1.4 Peta Geologi

Data Formasi Geologi didapatkan dalam bentuk vector dengan format *shapefile* yang mencakup seluruh daerah Kecamatan Semanding. Dari data Formasi Geologi tersebut didapatkan hasil klasifikasi dan luasannya sebagai berikut:

Tabel 4. 4 Klasifikasi Geologi dan Luasannya

Kelas	Batuan Penyusun	Luas(ha)
1	Aluvium	879,528
2	Formasi Ngrayong	200,158
3	Batulanau Anggota Formasi Kujung Batulempung Anggota Formasi	370,203
4	Kujung	548,822
5	Formasi Tuban	2328,160
6	Formasi Paciran Batugamping Prupu, Anggota	6473,380
7	Formasi Kujung	189,478

Berdasarkan hasil klasifikasi, batuan yang ada di lokasi penelitian antara lain :

a. Alluvium

Dalam formasi ini mengandung pasir, lempung, lanau, dan kerikil. Formasi ini banyak ditemui di sekitar sungai dan pesisir pantai.

b. Batulempung Anggota Formasi Kujung

Batulempung sebagian gampingan dengan perselingan batu lanau lempungan berwarna kelabu muda, lapisan-lapisan tipis napal berwarna kelabu sangat muda dan setempat batupasir gampingan berbutir halus, banyaknya dan kekerasan dari lapisan-lapisan napal bertambah dibagian atas.

c. Batugamping Prupu, Anggota Formasi Kujung

Batugamping kompak, tersemenkan dengan baik, membentuk singkapan-singkapan yang tahan, bongkah-bongkah besar tersebar dipermukaan. Selingan-selingan napal dan batulempung tidak tersingkap dan hanya diketahui dari sumur-sumur dan lubang pengeboran.

d. Batulanau Anggota Formasi Kujung

Tersusun atas batulanau, sebagian gampingan dan lempungan. Dibagian bawah lapisan-lapisan tipis batulempung berwarna kelabu kehijauan, gampingan, berlapis tipis, mengandung foraminifera besar, Pelecypoda kecil, Gastropoda dan sisa tanaman, kongkresi dolomit besian dan pirit.

e. Formasi Ngrayong

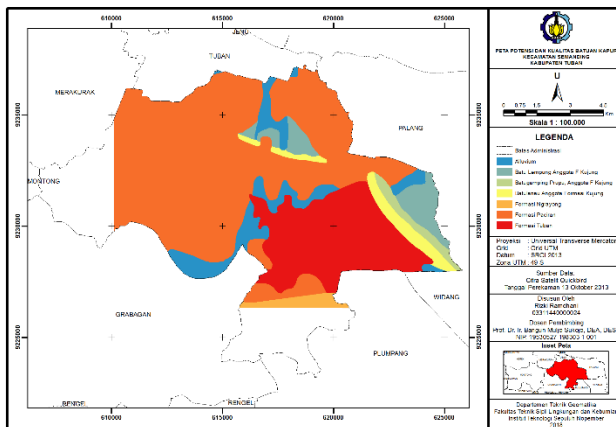
Dalam formasi ini mengandung batupasir kuarsa yang berselingan dengan batulempung pasir dan batugamping

f. Formasi Paciran

Terdiri atas batugamping, batugamping dolomitan dan dolomit. Berwarna putih, kelabu, coklat dan kemerahan, organik dengan fragmen alga, koral, foraminifera besar dan moluska.

g. Formasi Tuban

Tersusun atas batulanau, berwarna kelabu, hijau dan kelabu kekuningan dengan selingan batugamping pasiran lempungan. Setempat mengandung kongkresi dan batulempung gampingan besian



Gambar 4. 4 Peta Formasi Geologi

Batu kapur/batugamping di daerah Kabupaten Tuban banyak terdapat pada formasi Paciran, formasi Kujung, dan formasi Tuban (Hartono dan Suharsono, 1997).

4.1.5 Kualitas Batuan Kapur

Kualitas batuan kapur didapatkan dari hasil analisa laboratorium untuk memperoleh kadar CaCO_3 pada batu kapur yang didapatkan pada daerah penelitian. Semakin tinggi kadar CaCO_3 pada batuan kapur, maka semakin tinggi kualitasnya. Pengujian kadar CaCO_3 pada sampel batu kapur yang diperoleh dilapangan dilakukan dengan metode Kompleksometri.

Titrisasi kompleksometri ialah suatu titrisasi berdasarkan reaksi pembentukan senyawa kompleks

antara ion logam dengan zat pembentuk kompleks. Ternyata bila beberapa ion logam ada dalam suatu larutan, maka titrasi dengan EDTA akan menunjukkan jumlah semua ion logam yang ada dalam larutan tersebut (Khopkar, 2002). Berikut gambar sampel batu kapur yang dilakukan uji analisa CaCO_3 oleh Laboratorium Kimia-ITS



Gambar 4. 5 Sampel Batu Kapur

Berikut adalah hasil analisa CaCO_3 yang didapatkan dari hasil uji Laboratorium Kimia-ITS pada tanggal 17 April 2018

Tabel 4. 5 Hasil Analisa CaCO_3

Data Survei Sampel Batu Kapur			
No	Titik	Hasil Analisa (CaCO_3)	Metode
1	S1	5,95%	Kompleksometri
2	S2	6,81%	
3	S3	5,94%	
4	S4	6,27%	
5	S5	6,05%	

Data Survei Sampel Batu Kapur			
No	Titik	Hasil Analisa (CaCO ₃)	Metode
6	S6	6,06%	
7	S7	6,59%	
8	S8	4,54%	
9	S9	5,95%	
10	S10	6,06%	
11	S11	3,89%	

Dari hasil sampel diatas dikategorikan hasil analisa kadar CaCO₃ nya menjadi 3 kelas. Berikut tabel kualitas batuan kapur

Tabel 4. 6 Tabel Kualitas Batuan Kapur

No	Kualitas Batu Kapur	Kadar CaCO ₃ (%)
1	Kualitas Tinggi	3,89 – 4,86
2	Kualitas Sedang	4,86 - 5,83
3	Kualitas Menengah	5,83 – 6,81

4.1.5 Peta Potensi dan Kualitas Batuan Kapur

Peta potensi dan kualitas batuan kapur dibuat dengan melakukan overlay terhadap 3 peta (peta tutupan lahan, peta indeks vegetasi dan peta geologi) dan hasil uji laboratorium kadar CaCO₃ pada 11 sampel batuan kapur. Pada 3 peta tersebut dilakukan pengharkatan pada masing-masing kelas, semakin tinggi harkatnya maka daerah tersebut semakin berpotensi adanya batuan kapur, semakin tinggi kadar CaCO₃ maka semakin tinggi kualitas batuan kapur. Berikut adalah tabel yang memuat pengharkatan dari masing-masing parameter adanya potensi batuan kapur.

Tabel 4. 7 Pengharkatan Parameter Penentuan Potensi Batuan Kapur

No	Parameter	Kelas	Skor	Bobot (%)
1	Indeks Vegetasi	Kehijauan Tinggi	1	20
		Kehijauan Sedang	2	
		Kehijauan Rendah	3	
		Kehijauan Sangat Rendah	4	
		Lahan Tidak Bervegetasi	5	
2	Tutupan Lahan	Badan Air	0	30
		Pemukiman	1	
		Sawah	2	
		Semak	3	
		Belukar/Hutan Lahan	4	
3	Peta Geologi	Terbuka/Tegalan		50
		Aluvium	1	
		Formasi Ngrayong	2	
		Batulanau	4	
		Anggota Formasi Kujung		
		Batulempung	4	
		Anggota Formasi Kujung		
		Formasi Tuban	5	
		Formasi Paciran	6	
Batugamping	6			
Prupu, Anggota Formasi Kujung				

Berikut adalah tabel yang memuat klasifikasi kualitas batuan kapur.

Tabel 4. 8 Kualitas Batuan Kapur

Titik	X	Y	Hasil Analisa (CaCO ₃)	Kualitas
S11	610490,799	9230266,989	3,89%	Kualitas Rendah
S8	610142,476	9232897,803	4,54%	
S3	611740,712	9232324,356	5,94%	
S1	612362,121	9230860,814	5,95%	
S9	614504,098	9231220,364	5,95%	Kualitas Tinggi
S5	613964,837	9231672,874	6,05%	
S6	613954,294	9230180,271	6,06%	
S10	618275,008	9234148,155	6,06%	
S4	618888,371	9233486,801	6,27%	
S7	619920,261	9233417,113	6,59%	
S2	613843,993	9232752,130	6,81%	

Overlay dilakukan dengan menggunakan metode *intersection*. *Intersection* adalah metode tumpang susun antara dua data grafis, tetapi apabila batas luar dua data grafis tersebut tidak sama, maka yang dilakukan pemrosesan hanya pada daerah yang bertampalan . Setelah itu dilanjutkan dengan perhitungan jumlah harkat dan klasifikasi ulang sesuai interval yang ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

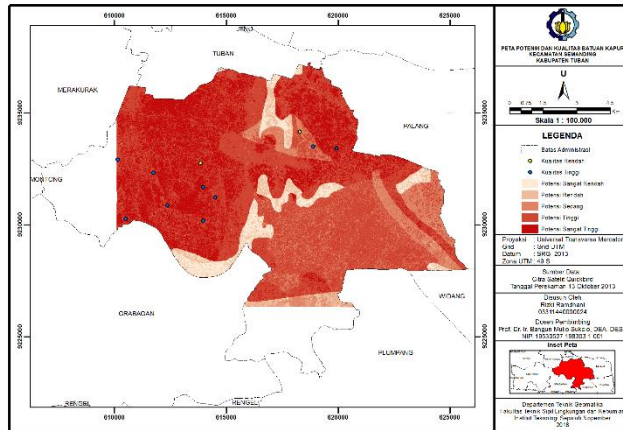
$$\text{interval} = \frac{\text{nilai maksimum} - \text{nilai minimum}}{\text{banyak kelas}}$$

Dari rumus diatas didapatkan rentang skor potensi batuan kapur. Berikut tabel rentang skor potensi batuan kapur

Tabel 4. 9 Rentang Skor Potensi Batuan Kapur

No	Rentang Skor	Potensi
1	70 – 160	Potensi Sangat Rendah
2	160 – 250	Potensi Rendah
3	250 – 340	Potensi Sedang
4	340 – 430	Potensi Tinggi
5	430 - 520	Potensi Sangat Tinggi

Klasifikasi dibagi ke dalam lima kelas sehingga interval yang didapatkan dari perhitungan adalah seperti gambar berikut.



Gambar 4. 6 Peta Potensi Dan Kualitas Batuan Kapur

Dari hasil klasifikasi didapatkan luas masing-masing kelas potensi batuan kapur seperti tabel berikut.

Tabel 4. 10 Klasifikasi Potensi Batuan Kapur, Luasan, dan Persentase

Kategori	Luas (ha)	Persentase (%)
Potensi Sangat Rendah	536,274	4,880
Potensi Rendah	494,327	4,499
Potensi Sedang	1287,499	11,717

Kategori	Luas (ha)	Persentase (%)
Potensi Tinggi	5480,479	49,876
Potensi Sangat Tinggi	3189,694	29,028

Dari hasil perhitungan luas dan persentase didapatkan bahwa Kecamatan Semanding didominasi oleh tingkat potensi tinggi dengan luas 5480,479 ha.

4.2 Analisa

4.2.1 Uji Ketelitian Tutupan Lahan

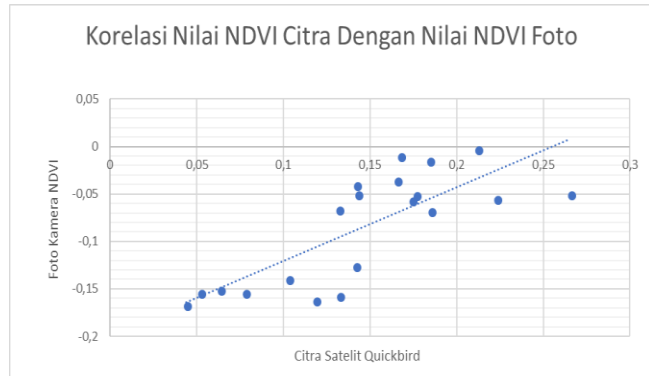
Hasil klasifikasi tutupan perlu dilakukan uji ketelitian Uji ketelitian ini dilakukan untuk melakukan pengecekan antara hasil pengolahan di citra dan pengukuran di lapangan. Uji ketelitian ini menggunakan 79 titik sampel acak yang menyebar pada lokasi yang berdasarkan daerah titik GCP dan ICP. Pengambilan data menggunakan alat GPS *handheld* dengan mencatat koordinat dan kategori tutupan lahannya. Pengukuran dilakukan pada tanggal 30 Maret -1 April 2017.

Dengan melakukan perhitungan uji ketelitian tutupan lahan, didapatkan ketelitian sebesar 86%. Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 telah menetapkan uji ketelitian penutup lahan harus memiliki ketelitian > 85%.

4.2.2 Uji Korelasi Nilai Indeks Vegetasi

Hasil nilai indeks vegetasi perlu dilakukan uji korelasi. Uji korelasi ini dilakukan dengan membandingkan nilai NDVI pada citra dengan nilai NDVI yang didapatkan dilapangan. Nilai NDVI dilapangan didapatkan dari pengolahan hasil foto kamera NDVI yang terdiri dari 3 kanal (merah, hijau, inframerah dekat). Uji korelasi ini menggunakan 20 titik sampel yang diambil secara acak dan merata pada

daerah penelitian. Pengambilan data dilakukan dengan pemotretan menggunakan kamera NDVI dengan mencatat koordinat titik sampel tersebut. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 30 Maret - 1 April 2017. Berikut ini adalah grafik perbandingan data citra dengan data lapangan untuk nilai indek vegetasi.



Gambar 4. 7 Grafik Korelasi NDVI Citra Quickbird dengan Kamera NDVI

Sebagaimana ditunjukkan oleh grafik diatas, nilai NDVI hasil pengukuran pengolahan citra mempunyai nilai yang berbeda dengan nilai NDVI di lapangan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sejauh mana korelasi atau kedekatan Nilai NDVI hasil pengukuran pengolahan citra dengan Nilai NDVI hasil foto kamera NDVI. Nilai korelasi berkisar antara 1 sampai -1, nilai semakin mendekati 1 atau -1 berarti hubungan antara dua variabel semakin kuat. Sebaliknya, jika nilai mendekati 0 berarti hubungan antara dua variabel semakin lemah. Nilai positif menunjukkan hubungan searah (X naik, maka Y naik) sementara nilai negatif menunjukkan hubungan terbalik (X naik, maka Y turun). Data yang digunakan dalam korelasi parsial biasanya memiliki skala interval atau rasio. Berikut

adalah analisis bagi koefisien korelasi (Sugiyono, 2007).

0,00 - 0,199 = sangat rendah

0,20 - 0,399 = rendah

0,40 - 0,599 = sedang

0,60 - 0,799 = kuat

0,80 - 1,000 = sangat kuat

Hasil uji korelasi menghasilkan nilai korelasi (R) sebesar 0,777. Nilai ini menunjukkan korelasi nilai NDVI Citra Quickbird dengan Kamera NDVI termasuk kategori kuat sehingga dapat disimpulkan pengolahan NDVI pada citra Quickbird sudah sesuai.

Pada pengambilan foto di lapangan, foto yang diambil memiliki kehijauan yang tinggi. Setelah dilakukan perhitungan menggunakan algoritma NDVI, nilai NDVI dari Foto Kamera NDVI di lapangan berada pada rentang nilai -0,167 sampai dengan -0,003 dimana nilai tersebut menunjukkan lahan tidak bervegetasi dan kehijauan sangat rendah. Sehingga perlunya dilakukan kalibrasi kamera agar mendapatkan nilai NDVI yang lebih akurat.

4.2.3 Analisa Potensi dan Kualitas Batuan Kapur

Hasil peta potensi dan kualitas batuan kapur Kecamatan Semanding didapatkan luas potensi batuan kapur didominasi oleh potensi tinggi yang memiliki luas 5480,479 ha. Untuk kualitas batuan kapur didapatkan berdasarkan kadar CaCO_3 batu kapur, kualitas yang paling tinggi yaitu memiliki kadar CaCO_3 sebesar 6,81%.

Dari hasil peta potensi dan kualitas batuan kapur Kecamatan Semanding, besarnya potensi tinggi pada Kecamatan Semanding dikarenakan oleh lahan terbuka/tegalan pada tutupan lahan, kehijauan rendah pada nilai indeks vegetasi, Formasi Paciran pada Formasi Geologi. Untuk kualitas batuan kapur

didominasi oleh Kualitas Tinggi, nilai kadar CaCO_3 berada antara 5,83% – 6,81%.

Menurut Effendy (2004), berdasarkan kadar lempung didalam batu gamping dan kegunaannya dalam industry dapat dibedakan menjadi:

- a. Kapur putih, bila $\text{CaCO}_3 > 90\%$, lempung $< 10\%$
- b. Kapur hidrolis, bila $\text{CaCO}_3 75\% - 90\%$, lempung $10\% - 25\%$
- c. Kapur semen bila $\text{CaCO}_3 70\% - 75\%$, lempung $25\% - 30\%$
- d. Kapur Romawi (Pozolan) bila $\text{CaCO}_3 60\% - 70\%$, lempung $30\% - 40\%$
- e. Portland semen bila $\text{CaCO}_3 25\% - 60\%$, lempung $40\% - 75\%$

Berdasarkan kadar CaCO_3 didalam batu kapur Kecamatan Semanding, batu kapur di Kecamatan Semanding tidak cocok digunakan sebagai bahan industri, tetapi berdasarkan pengamatan di lapangan, batu kapur di Kecamatan Semanding banyak digunakan sebagai batu kumbang dan pupuk tanaman. Batu Kumbang biasanya digunakan sebagai bahan pondasi bangunan sebagai pengganti batu bata.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai Pemetaan Potensi dan Kualitas Batuan Kapur Menggunakan Metode Penginderaan Jauh di Kecamatan Semanding, Tuban dengan memanfaatkan Citra Satelit Quickbird, maka didapatkan beberapa kesimpulan akhir yaitu:

1. Data Citra Satelit Quickbird dapat dimanfaatkan untuk pembuatan peta potensi dan kualitas batuan kapur di Kecamatan Semanding, Tuban.
2. Kecamatan Semanding didominasi oleh tingkat potensi tinggi dengan luas 5480,479 ha, sedangkan untuk tingkat potensi sangat rendah 536,274 ha, potensi rendah 494,327 ha, potensi sedang 1287,499 ha dan potensi sangat tinggi 3189,694 ha.
3. Kualitas batu kapur Kecamatan Semanding memiliki kualitas paling tinggi dengan presentase kadar CaCO_3 yaitu 6,81% dan kualitas paling rendah dengan nilai presentase kadar CaCO_3 yaitu 3,89%.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan dalam penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Citra satelit Quickbird yang digunakan sebaiknya pada perekaman yang terbaru agar sesuai dengan kondisi sebenarnya di lokasi penelitian.
2. Pada saat pengambilan sampel batu kapur sebaiknya batu kapur tersebut tidak basah.
3. Untuk penelitian berikutnya disarankan menguji kualitas batuan kapur berdasarkan Uji Kuat Tekan batu kapur.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H, Z. 2002. Penentuan Posisi Dengan GPS dan Aplikasinya. Jakarta: PT. Pradnya Paramita
- Al Majid, Dhiyaulhaq. 2017. Pemetaan Potensi Batuan Kapur Menggunakan Metode Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis di Kabupaten Tuban. Surabaya: Tugas Akhir Departemen Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Badan Informasi Geospasial. 2016. Modul Validasi Peta Rencana Tata Ruang. Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2010. Klasifikasi Penggunaan Lahan SNI 7645:2010. Jakarta
- Danoedoro, Projo. 1996. Pengolahan Citra Digital. Yogyakarta : Fakultas Geografi. Universitas Gadjah Mada
- Effendi, M. D. 2004. Analisa Kimia dan Identifikasi Mutu Batu Kapur Tuban Berdasarkan Syarat Mutu Batu Kapur untuk Pembuatan Keramik Halus (SII.1279-85). Bali: Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi
- Gusti, J. (2008). Pengaruh Penambahan Surfaktan Pada Sintesis Senyawa Kalsium Fosfat Melalui Metode Pengendapan. Padang : Universitas Andalas.
- Hartono dan Suharsono. 1997. Peta Geologi lembar Tuban, Jawa Timur, Bandung
- Hasyim, A. 2009. Menentukan Titik Kontrol Tanah (GCP) dengan Menggunakan Teknik GPS dan Citra Satelit untuk

Perencanaan Perkotaan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Jensen, J.R., 1998. *Introductory Digital Image Processing, A Remote Sensing Perspective*. Prentice Hall. New Jersey. 316p

Khopkar, S.M., 2002. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI Press.

Kirboga, S., Oner, M. (2013). *Effect of the Experimental Parameters on Calcium Carbonate Precipitation*. Chemical Engineering Transactions, Vol. 32, ISSN: 1974-9791. Italia : AIDIC.

LAPAN, 2014. Quickbird, URL:<http://pusfatekgan.lapan.go.id/wp-content/uploads/2015/02/Informasi-Satelit-QB.pdf>.
Dikunjungi pada tanggal 11 Desember 2017, jam 19.00.

Lillesand, T. M., Kiefer, R. W. & Chipman, H. W., 2008. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Sixth ed. New York: Jhon Willey & Son.

Lukman, M., Yudyanto., Hartatiek. (2012). Sintesis Biomaterial Komposit CaO-SiO₂ Berbasis Material Alam (Batuan Kapur Dan Pasir Kuarsa) Dengan Variasi Suhu Pemanasan Dan Pengaruhnya Terhadap Porositas, Kekerasan Dan Mikrostruktur. *Journal Sains* Vol. 2 No. 1. Malang: UM.

Mather, P.M., 1987. *Computer Processing of Remotely-Sensed Images*. An Introduction, 1st Edition, Wiley, Chichester.

Mattjik, A. A & Sumertajaya, I. M. 2000. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab* Jilid I. Bogor: IPB Press

- Nurjannah. 2013, *Pemodelan Estimasi Potensi Tambang Batu Kapur Dari Hasil Analisa Data Citra Satelit Landsat 7 ETM+ (Studi Kasus : Tambang Batu Kapur PT. Semen Gresik Persero Tbk. Pabrik Tuban)*
- Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15. 2014. *Tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar*. Bogor: Badan Informasi Geospasial.
- Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor : P.12/Menhut-I/2012.
- Purwadhi, Sri Hardiyanti.2001. *Interpretasi Citra Digital*. Jakarta: PT Gramedia Widiasarana
- Short, N.M.. 1982. *The Landsat Tutorial Workbook*. NASA. New York.
- Shubri, E. dan Armin, I. 2014. *Penentuan Kualitas Batu Kapur dari Desa Halaban Kabupaten Lima Puluh Kota di Laboratorium Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Sumatera Barat*. Universitas Bung Hatta. Padang.
- Sihotang, D. M. 2016. *Metode Skoring dan Metode Fuzzy dalam Penentuan Zona Resiko Malaria di Pulau Flores*. Kupang: Universitas Nusa Cendana.
- Somantri, L., 2008. *Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh untuk Mengidentifikasi Patahan Lembang*. Makalah. Bandung
- Sucipto, E. 2007. *Hubungan Pemaparan Partikel Debu pada Pengolahan Batu Kapur Terhadap Penurunan Kapasitas Fungsi Paru*, Program Magister Ilmu Lingkungan-UNDIP, Semarang

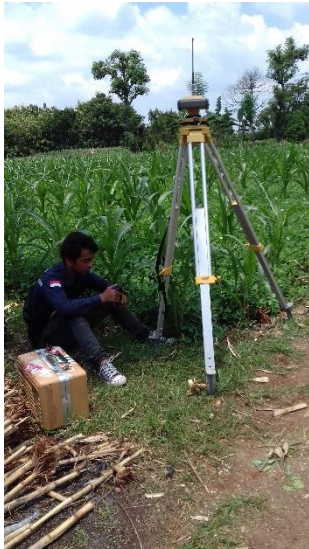
- Sugiyono, 2007, *Metodologi Penelitian Bisnis*, PT. Gramedia, Jakarta
- Sukojo, B.M. 2006. *Modul Ajar Hitung Kerangka Geodesi*. Surabaya : Teknik Geomatika, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Sutanto. 1986. *Pengideraan Jauh Jilid I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- Sutanto, 1994, *Penginderaan Jauh Jilid 1*, Cetakan ke-2. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Utami, S., 2009. *Aplikasi Penggunaan Sistem Informasi Geografis Untuk Evaluasi Kelayakan Di Area Lumpur Lapindo*. Surabaya : Tugas Akhir Program Studi Teknik Geodesi.
- Venus, S., 2008. *Klasifikasi Penutupan Lahan Menggunakan Citra Satelit QuickBird di Kecamatan Rumpin Kabupaten Bogor*, Sikripsi, Bogor: Departemen Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Wibowo dan Eko. 2010. *Identifikasi Perubahan Tututpan Lahan Pulau Pagang, Pulau Pramuka, Dan Pulau Karya Antara Tahun 2004 dan Tahun 2008*. Bandung: Institut Teknologi Bandung

LAMPIRAN

Lampiran 1. Form Pengukuran GPS

 ITS Institut Teknologi Sepuluh Nopember	FORMULIR SURVEI GPS
	TEKNIK GEOMATIKA
	FAKULTAS TEKNIK SIPIL LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
	INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA
	TAHUN 2018
FORMULIR RECONNAISSANCE TITIK	
Nomor Titik : GCP 11	Tanggal Reconnaissance : 30 Maret 2018
Proyek : Pembuatan Peta Dasar	Baru / Sudah Ada : Baru
Nama Surveyor : Dhani	Aman / Tidak Aman : Aman
Kab. / Kota : Tuban	Dapat Dicapai Mobil (ya / tidak) : Tidak
Kecamatan : Semanding	Obstruksi Jalan (ya / tidak) : Tidak
DOKUMENTASI TITIK	
	
	

Lampiran 2. Dokumentasi Pengukuran GPS



Lampiran 3. Dokumentasi Pengambilan Sampel



Lampiran 4. Hitungan SoF

$$\text{Matriks A} = \begin{matrix} -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

$$\text{Matriks AT} = \begin{matrix} -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \end{matrix}$$

0	0	0	-1	1	0	0	-1	-1	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	-1	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	1	0	0	1	-1	0	-1	0	0	0

ATxA =

3	-1	-1	0	0	0	0
-1	5	-1	-1	0	0	-1
-1	-1	5	-1	-1	0	0
0	-1	-1	4	-1	0	-1
0	0	-1	-1	4	-1	-1
0	0	0	0	-1	2	-1
0	-1	0	-1	-1	-1	4

INV (ATxA) =

0.5	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
0.25	0.461	0.289	0.375	0.358	0.375	0.392
0.25	0.289	0.461	0.375	0.392	0.375	0.358
0.25	0.375	0.375	0.708	0.542	0.542	0.542
0.25	0.358	0.392	0.542	0.812	0.708	0.605
0.25	0.375	0.375	0.542	0.708	1.208	0.708
0.25	0.392	0.358	0.542	0.605	0.708	0.812

TRACE = 4,963

SoF = 0,709

Lampiran 5. Hasil Koreksi Geometrik

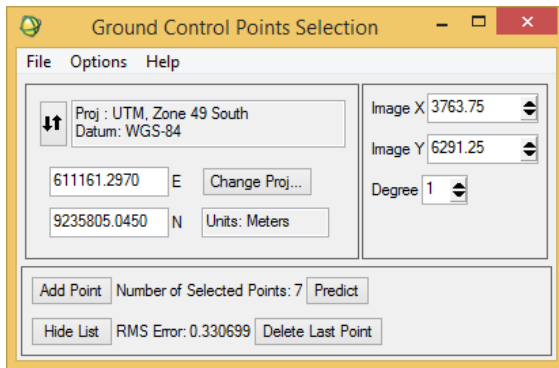


Image to Map GCP List

File Options

	Map X	Map Y	Image X	Image Y	Predict X	Predict Y	Error X	Error Y	RMS
#1+	621108.46	9232727.13	4623.25	7279.75	4623.2803	7279.9599	0.0303	0.2099	0.2121
#2+	623020.95	9228444.55	5420.25	9064.00	5420.4906	9064.0586	0.2406	0.0586	0.2476
#3+	617985.70	9227124.72	3322.00	9614.25	3321.7223	9614.2116	-0.2777	-0.0384	0.2803
#4+	616770.42	9231709.39	2816.25	7704.25	2815.9085	7703.7876	-0.3415	-0.4624	0.5748
#5+	612367.22	9231163.26	980.75	7931.00	981.1679	7931.2494	0.4179	0.2494	0.4866
#6+	616305.70	9235626.36	2623.00	6071.50	2623.0295	6071.4556	0.0295	-0.0444	0.0533
#7+	611161.30	9235805.04	480.75	5996.25	480.6509	5996.2772	-0.0991	0.0272	0.1028

Goto On/Off Delete Update Hide List

Lampiran 6. Kesesuaian Tutupan Lahan Pada Citra Satelit Quickbird dengan Lapangan

X	Y	Tutupan Lahan	Keterangan
610728,761	9233702,063	Badan Air	Valid
619662,787	9229928,895	Badan Air	Valid
616446,347	9236165,936	Badan Air	Valid
624534,891	9231781,648	Badan Air	Valid
622173,363	9231410,403	Badan Air	Valid
611666,961	9231561,606	Badan Air	Valid
615838,141	9233464,369	Badan Air	Valid
613442,027	9230803,871	Badan Air	Tidak Valid
614697,767	9231775,370	Badan Air	Tidak Valid
619756,366	9231798,789	Sawah	Valid
621592,624	9231322,637	Sawah	Valid
621826,664	9230004,960	Sawah	Valid
621251,119	9230882,202	Sawah	Valid
618301,590	9228817,428	Sawah	Valid
617485,796	9227442,455	Sawah	Valid
617079,694	9228435,271	Sawah	Valid
617227,580	9229750,904	Sawah	Valid
617322,771	9230695,645	Sawah	Valid
616632,268	9231611,375	Sawah	Valid
610774,681	9235993,197	Sawah	Valid
618902,074	9232498,911	Sawah	Valid
611442,382	9231395,014	Sawah	Valid
616279,491	9234478,132	Sawah	Valid
619542,547	9236083,551	Sawah	Valid
618274,663	9236282,617	Pemukiman	Valid

X	Y	Tutupan Lahan	Keterangan
617887,247	9236092,435	Pemukiman	Valid
618650,271	9234268,376	Pemukiman	Valid
620216,975	9233200,540	Pemukiman	Valid
620093,387	9232729,350	Pemukiman	Valid
619874,300	9232028,534	Pemukiman	Tidak Valid
619955,296	9231670,398	Pemukiman	Valid
620479,144	9232665,640	Pemukiman	Valid
621496,352	9232516,052	Pemukiman	Valid
621564,788	9232831,527	Pemukiman	Valid
622126,694	9232791,190	Pemukiman	Valid
622344,805	9229012,068	Pemukiman	Tidak Valid
622547,226	9230013,843	Pemukiman	Valid
619173,240	9229576,317	Pemukiman	Valid
617598,132	9226739,322	Pemukiman	Valid
617560,848	9228565,724	Pemukiman	Valid
616033,548	9232443,307	Pemukiman	Valid
615166,550	9232431,365	Pemukiman	Valid
610678,275	9235339,460	Pemukiman	Tidak Valid
610466,707	9230538,402	Pemukiman	Valid
614212,131	9232196,851	Pemukiman	Valid
612976,218	9230435,522	Pemukiman	Tidak Valid
614220,081	9230122,195	Pemukiman	Valid
613612,312	9231208,533	Pemukiman	Valid
622736,452	9229739,765	Hutan	Valid
623038,377	9229452,242	Hutan	Valid
620159,172	9230594,583	Hutan	Valid
617470,382	9227980,185	Hutan	Valid
617728,712	9226339,469	Hutan	Valid

X	Y	Tutupan Lahan	Keterangan
617455,841	9228635,209	Hutan	Valid
617139,749	9231628,595	Hutan	Valid
611046,641	9233144,888	Hutan	Valid
614552,478	9230309,984	Hutan	Valid
617324,246	9232510,937	Hutan	Valid
617902,478	9236084,772	Hutan	Valid
618266,816	9235418,349	Hutan	Tidak Valid
618763,789	9234875,236	Hutan	Valid
618822,786	9233751,090	Hutan	Valid
619127,013	9233727,181	Hutan	Valid
620078,827	9232700,835	Hutan	Valid
619911,774	9231880,927	Hutan	Valid
621633,176	9233052,389	Hutan	Valid
621718,849	9232881,917	Hutan	Valid
617930,310	9236118,922	Ladang	Valid
617712,907	9236146,611	Ladang	Valid
618613,108	9234814,569	Ladang	Valid
619397,629	9233708,844	Ladang	Tidak Valid
622648,870	9232499,936	Ladang	Valid
617640,860	9226404,188	Ladang	Valid
610474,159	9230547,808	Ladang	Valid
611781,821	9233054,099	Ladang	Valid
614106,790	9232781,631	Ladang	Valid
612810,653	9230807,116	Ladang	Valid
614566,608	9230304,065	Ladang	Valid
615086,226	9232378,640	Ladang	Tidak Valid

Lampiran 7. Hitungan Akurasi Tutupan Lahan

No	Klasifikasi Supervised	Hasil Interpretasi					Total	Omisi	MA (%)
		P	S	H	T	BA			
1	Pemukiman	20	2	0	2	0	24	4	90,909
2	Sawah	0	15	0	0	0	15	0	78,947
3	Hutan	1	0	18	0	0	19	1	100
4	Ladang	1	1	0	10	0	12	2	76,923
5	Badan Air	0	1	0	1	7	9	1	100
Total/KH		22	19	18	13	7	79	8	0,3846
Komisi		2	4	0	2	0	8		74,527
Overall Accuracy		86,419							

Keterangan:

P = Pemukiman

S = Sawah

H = Semak Belukar

T = Lahan Terbuka/Tegalan

BA = Badan Air

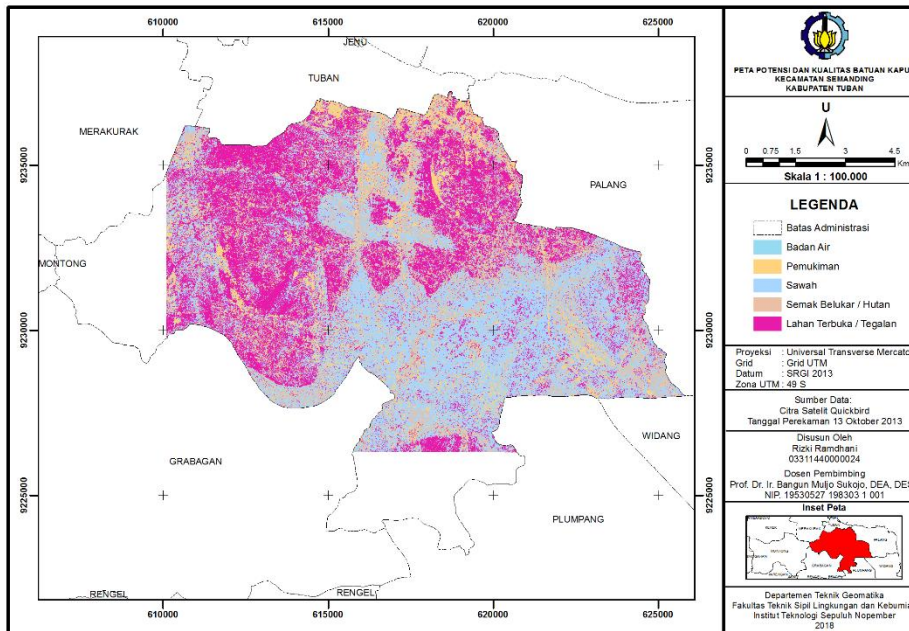
Lampiran 8. Perbandingan Nilai NDVI Citra Quickbird dengan Kamera NDVI

No	X	Y	Nilai NDVI Citra	Nilai NDVI Foto
1	618217,503	9235992,627	0,132	-0,067
2	617717,104	9236147,546	0,223	-0,055
3	618616,185	9234830,679	0,185	-0,068
4	619396,671	9233709,651	0,184	-0,015
5	619912,657	9231880,593	0,212	-0,003
6	621585,668	9232909,868	0,168	-0,010
7	621718,849	9232881,917	0,266	-0,051
8	621861,298	9230003,971	0,177	-0,051
9	620887,07	9230807,513	0,142	-0,040
10	617493,576	9227439,578	0,142	-0,126
11	616486,558	9231667,756	0,078	-0,154
12	615302,396	9232510,12	0,174	-0,057
13	614823,584	9232469,047	0,166	-0,036
14	614365,421	9232675,699	0,143	-0,051
15	612438,793	9230811,342	0,052	-0,154
16	611480,146	9231057,852	0,103	-0,139
17	612604,19	9230918,785	0,133	-0,157
18	612429,01	9231759,116	0,119	-0,162
19	612594,106	9232495,448	0,064	-0,151
20	610513,495	9233167,683	0,044	-0,167

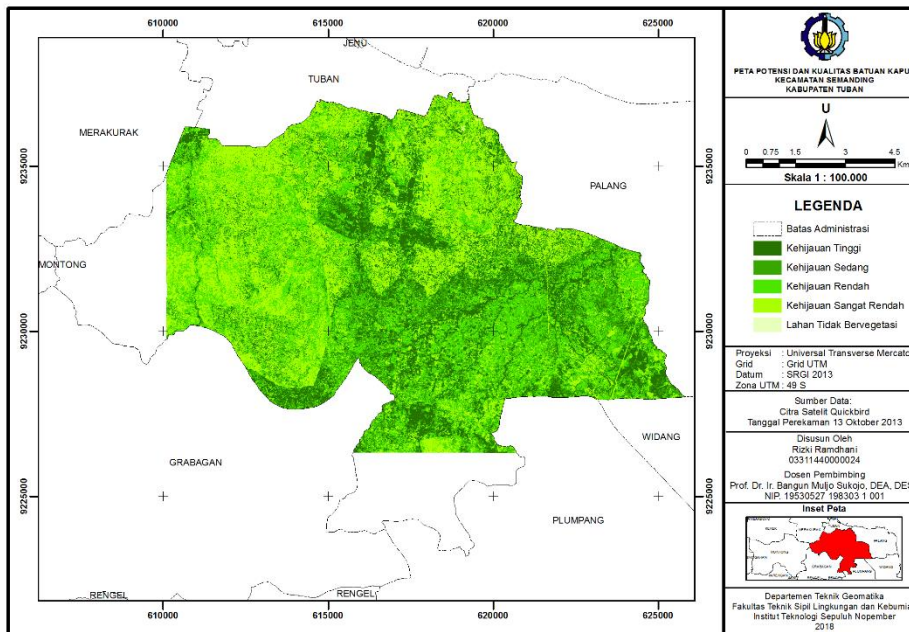
Lampiran 9. Hasil Foto Kamera NDVI



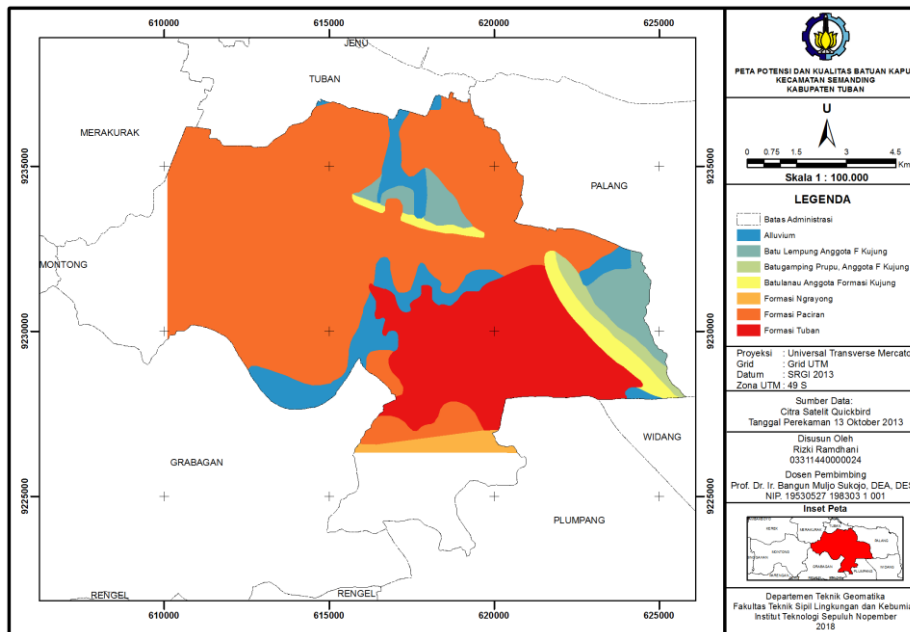
Lampiran 10. Peta Tutupan Lahan



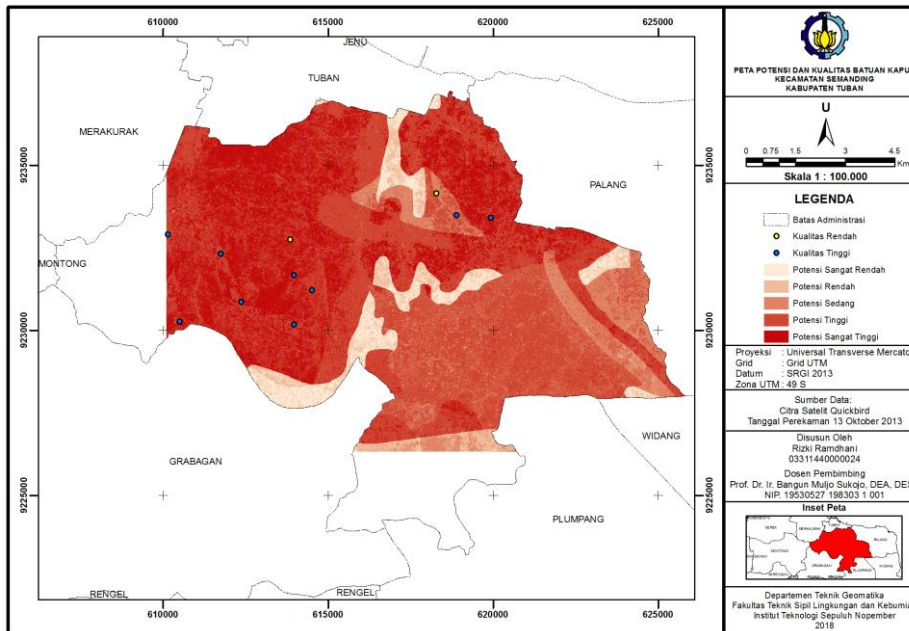
Lampiran 11. Peta Indeks Vegetasi



Lampiran 12. Peta Formasi Geologi



Lampiran 13. Peta Potensi dan Kualitas Batuan Kapur



Lampiran 14. Hasil Uji Analisa Kadar CaCO_3 Batu Kapur



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS ILMU ALAM
DEPARTEMEN KIMIA

Kampus ITS Sukolilo - Surabaya 60111
Telp : 031-5943353, Fax : 031-5928314, PABX : 1207-1208
E-mail : kimia@its.ac.id, http://www.chem.its.ac.id

Kepada Yth :
Rizki Ramdhani
T. Geomatika - ITS

LAPORAN ANALISIS Subyek : Batu	No	: 324/IT2.VI.1.4/PM.05.02/2018
	Tanggal	: 17 April 2018
	Metode	: ---
	Diteliti Oleh	: Fataty K
Tanggal diterima sampel: 11 April 2018		

No/kode	Hasil Analisa (CaCO_3)	No/kode	Hasil Analisa (CaCO_3)	Metode
1	5,95 %	7	6,59 %	Kompleksometri
2	6,81 %	8	4,54 %	
3	5,94 %	9	5,95 %	
4	6,27 %	10	6,06 %	
5	6,05 %	11	3,89 %	
6	6,06 %			

Catatan :

1. Hasil analisis ini mengacu pada sampel yang diterima laboratorium Kimia ITS dan tidak dapat digunakan sebagai alat bukti hukum
2. Pengambilan sampel tidak dilakukan oleh Laboratorium Kimia ITS



Hormat Kami,

Prof. Dr. Didik Prasetyoko, M.Sc
Ketua

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Pasir, 25 Mei 1996, merupakan anak ketiga dari 4 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Tunas Murni Batu Taba, SDN 06 Batu Taba, MTsN 1 Bukittinggi, dan SMAN 1 Bukittinggi. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan tinggi di Institut Teknologi Sepuluh Nopember dan mengambil Jurusan Teknik Geomatika pada tahun 2014. Selama menjadi mahasiswa, penulis cukup aktif di organisasi intra kampus yaitu sebagai staff departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa (PSDM) di Himpunan Mahasiswa Geomatika (HIMAGE ITS) 2015-2016, staff ahli Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa (PSDM) di Himpunan Mahasiswa Geomatika (HIMAGE ITS) periode 2016-2017. Penulis juga cukup aktif mengikuti pelatihan keterampilan manajemen mahasiswa seperti LKMM PRA-TD 2014. Selain itu penulis juga aktif mengikuti kegiatan seperti survei topografi perencanaan pembangunan jalan paving di Kota Surabaya pada tahun 2016-2018, survey topografi jalur ganda rel kereta api di Kabupaten Nganjuk pada tahun 2017 dan survei topografi perencanaan jalan di Malinau, Kalimantan Utara pada tahun 2018. Dalam penyelesaian syarat kuliah, penulis memilih tugas akhir dengan Judul “Pemetaan Potensi dan Kualitas Batuan Kapur Menggunakan Metode Penginderaan Jauh (Studi Kasus: Kecamatan Semanding, Tuban)”. Jika ingin menghubungi penulis dapat menghubungi email: rizkidhani96@gmail.com.