

Klasifikasi Penggunaan Lahan pada Citra Satelit Landsat 8 di Area Danau Batur

Oddy Virgantara Putra¹, Irfan Nanda Gustri²

¹Universitas Darussalam Gontor Ponorogo, Indonesia

²Dept. Teknik Komputer Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya 60111, Indonesia

Email: oddy@unida.gontor.ac.id, irfananda2212@gmail.com

Abstrak

Citra penginderaan jauh memungkinkan pendeteksian wilayah permukaan bumi tanpa interaksi langsung secara fisik dengan lokasi tersebut. Citra Satelit Landsat 8, sebagai salah satu aplikasi penginderaan jauh, menghasilkan data yang dapat digunakan untuk menganalisa, mengidentifikasi, serta membedakan karakteristik kondisi permukaan bumi. Danau Batur sebagai danau terbesar di Pulau Bali mengalami berbagai aktivitas pemanfaatan sumber daya alam yang berdampak pada kerusakan lingkungan dan perubahan penggunaan lahan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan membangun sebuah aplikasi berbasis citra Landsat 8 untuk mengklasifikasikan penggunaan lahan di sekitar Danau Batur. Metodologi penelitian meliputi tahap *preprocessing* melalui pemotongan (*cropping*) citra dan pembuatan citra komposit. Tahap pemrosesan dilakukan dengan menerapkan metode indeks kalkulasi *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Klasifikasi dilakukan berdasarkan nilai batas (*threshold*) untuk membedakan kelas penggunaan lahan menurut kerapatan vegetasi. Hasil penelitian berupa citra berwarna yang merepresentasikan kelas penggunaan lahan yang berbeda, yang terdiri dari kelas perairan, kelas NDVI rendah, kelas NDVI sedang, dan kelas NDVI tinggi.

Kata kunci: Citra Satelit Landsat 8, Penginderaan Jauh, Pengolahan Citra, NDVI

Diterima Redaksi: 29-April-2023 Selesai Revisi: 8-Mei-2023 Diterbitkan Online: 15-Juli-2023
DOI: <https://doi.org/10.59378/jcenim.v1i2.25>

I. PENDAHULUAN

Seiring waktu, permukaan tanah terus mengalami perubahan yang disebabkan oleh peristiwa alam dan juga perilaku manusia. Bencana alam banjir, tanah longsor, gempa, gunung meletus telah mengubah bentuk tanah dengan telah mengakibatkan perubahan permukaan tanah pada area yang luas dengan cepat. Pertambahan jumlah penduduk yang terus meningkat telah mengakibatkan manusia mencari berbagai sumber daya memenuhi kebutuhan manusia yang juga terus meningkat, manusia mencari dari berbagai sumber daya yang mengakibatkan berbagai masalah lingkungan, berubahnya penggunaan lahan dan berbagai masalah lainnya.

1. Permukaan tanah terus mengalami perubahan akibat bencana alam.
2. Perubahan penggunaan lahan diakibatkan jumlah penduduk yang banyak memerlukan sumber daya yang banyak.
3. Apabila perubahan penggunaan lahan tersebut tidak dapat dikontrol maka akan merusak lingkungan.

Indonesia adalah negara berkembang dengan jumlah penduduk dua ratus lima puluh juta. Untuk menghidupi penduduk sebanyak itu maka diperlukan banyak sumber daya. Jumlah penduduk yang bertambah terus-menerus memaksa banyak lahan berubah fungsi. Lahan hutan telah berubah menjadi lahan pertanian atau lahan untuk keperluan industri. Apabila tidak dapat dikontrol maka akan terjadi kerusakan lingkungan.

Aktivitas-aktivitas seperti pembukaan lahan perkebunan dan pertanian, penggundulan hutan, pembangunan bangunan baru, pembangunan budidaya peternakan, pembangunan untuk pariwisata, pemanfaatan badan air dan sebagainya juga mengalami peningkatan [1]. Kegiatan-kegiatan penggunaan

lahan tersebut akan mengakibatkan terus berkurangnya lahan karena pemanfaatan yang tinggi dan tidak terkontrol.

Danau Batur merupakan danau terbesar di Pulau Bali, danau ini berada di kaldera Gunung Batur yang terletak di Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli. Keberadaan Danau Batur telah menjadi tumpuan utama cadangan air Pulau Bali yang terbentuk secara alami dan memiliki potensi yang sangat penting yang menunjang kehidupan masyarakat yang tinggal disekitarnya. Jika diukur ketinggian Danau Batur kurang lebih 1000m dari permukaan laut, luas permukaan danau mencapai $16,05 \text{ km}^2$ dan luas kaldera Batur memiliki ukuran $13,8 \times 10 \text{ km}$. Selain berfungsi secara ekologi, Danau Batur juga memiliki 4 potensi kegiatan utama yaitu pariwisata, perikanan, pertanian hortikultura dan fungsi lingkungan [2].

Karena banyaknya aktifitas yang dilakukan di Danau Batur namun upaya pengelolaan yang kurang, menyebabkan terjadinya perubahan kondisi lahan dan berbagai masalah lingkungan lainnya, seperti erosi, sedimentasi, dan alih fungsi lahan [2]. Untuk mengetahui penggunaan lahan secara langsung di area yang cukup luas memerlukan waktu dan tenaga yang tidak sedikit.

Penginderaan jauh dengan menggunakan citra satelit Landsat 8 dapat dimanfaatkan untuk mengklasifikasikan jenis penggunaan lahan. Citra satelit Landsat 8 memiliki berbagai fitur yang dapat diolah secara digital dengan resolusi satu piksel mewakili daerah seluas 30 meter persegi. Hal ini diharapkan dapat menjadi data acuan untuk mengontrol perubahan penggunaan lahan dengan lebih baik.

II. Kajian Pustaka

A. Citra Landsat 8

Penginderaan Jauh merupakan pengambilan atau pengukuran data/informasi mengenai sifat dari sebuah fenomena, objek atau benda dengan menggunakan sebuah alat perekaman atau sensor tanpa harus melakukan kontak langsung. Teknologi ini menawarkan metode pendeteksian wilayah secara efisien dalam waktu yang relatif singkat [4].

Landsat 8 adalah generasi terbaru dari seri satelit Landsat yang mulai beroperasi pada tahun 2013. Satelit ini memiliki dua instrumen utama: *Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS). OLI memiliki sembilan kanal spektral dengan resolusi 30 meter untuk multispektral dan 15 meter untuk pankromatik [5]. Produk Landsat 8 Level-2 yang disediakan oleh USGS telah melalui koreksi atmosfer sehingga data telah bebas dari hamburan atmosfer, yang sangat diperlukan untuk interpretasi citra yang akurat [7].

B. Sistem Informasi Geografis (SIG / GIS)

SIG atau *Geographic Information System* (GIS) adalah suatu sistem berbasis komputer yang memiliki kemampuan dalam menangani data bereferensi geografi [9]. SIG memiliki subsistem sebagai berikut:

1. **Data Input:** Mengumpulkan dan mengkonversi data spasial ke format SIG.
2. **Data Output:** Menampilkan hasil analisis dalam format yang dikehendaki.
3. **Data Management:** Mengorganisasikan data spasial dan tabel atribut ke dalam basis data.
4. **Data Manipulation & Analysis:** Melakukan manipulasi dan pemodelan data untuk menghasilkan informasi.

C. Geospatial Data Abstraction Library (GDAL)

GDAL adalah library untuk membaca dan menulis berbagai format data geospasial raster dan vektor di bawah lisensi *Open Source Geospatial Foundation* [10].

D. Normalize Difference Vegetation Index (NDVI)

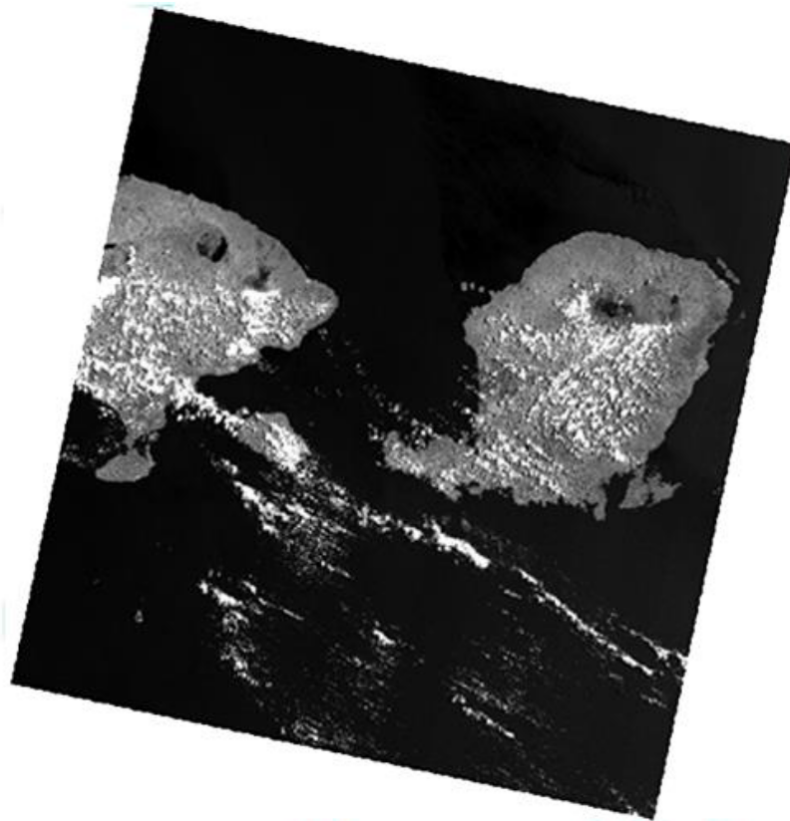
NDVI merupakan indeks kehijauan vegetasi yang digunakan untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi dan biomassa. NDVI dihitung berdasarkan perbedaan pantulan antara spektrum inframerah dekat (NIR) dan spektrum merah (Red) [11]:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}} \quad (1)$$

Nilai NDVI berkisar antara -1.0 sampai +1.0. Tingkat nilai vegetasi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1: Klasifikasi Nilai NDVI

Nilai NDVI	Deskripsi
-1 s/d 0	Perairan
0 s/d 0.2	NDVI sangat rendah
0.2 s/d 0.6	NDVI sedang
0.6 s/d 1	NDVI tinggi



Gambar 1: Ilustrasi Data Band pada Citra Satelit

III. METODOLOGI

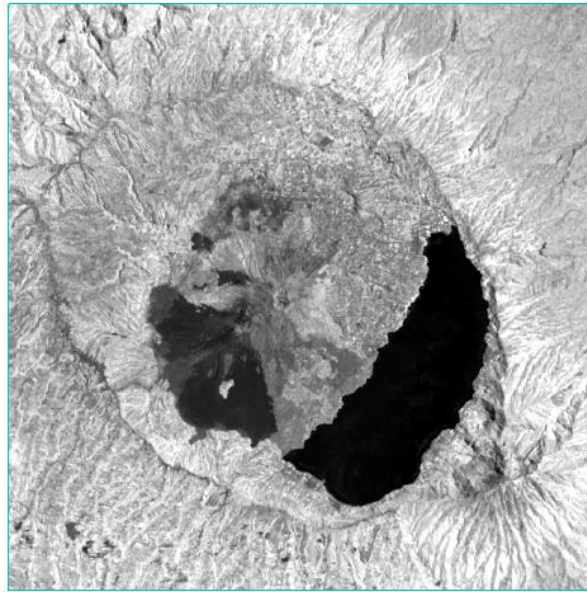
A. Akusisi Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa citra Landsat 8 yang diperoleh dengan mengunduh secara gratis melalui situs resmi Earth Explorer (<http://earthexplore.usgs.gov>) yang dikelola oleh U.S. Geological Survey (USGS). Dataset yang dipilih mencakup tiga periode waktu: 29 September 2017, 06 Juli 2016, dan 24 Oktober 2015. Pemilihan tanggal tersebut didasarkan pada tingkat tutupan awan (*cloud cover*) yang minimal, sehingga objek Danau Batur dapat terlihat dengan jelas tanpa gangguan noise atmosfer yang signifikan.

B. Pre-Processing

Salah satu tahap *preprocessing* yang krusial adalah *cropping* citra. Pemotongan citra bertujuan untuk membatasi luas area kerja agar terfokus pada daerah penelitian, sekaligus mengoptimalkan penggunaan memori dan mempercepat waktu pemrosesan data. Seluruh data dari tahun 2015 hingga 2017 dipotong dengan koordinat yang identik agar konsisten saat dianalisis secara temporal.

Langkah selanjutnya adalah penyusunan citra komposit warna untuk mempermudah interpretasi visual. Penelitian ini menggunakan komposit warna natural (*Natural Color*) dengan mengombinasikan Band 4 (Red), Band 3 (Green), dan Band 2 (Blue) ke dalam kanal warna RGB yang sesuai. Hasil dari komposit ini digunakan sebagai referensi visual untuk memvalidasi apakah hasil klasifikasi digital sesuai



Gambar 2: Proses pemotongan (cropping) area penelitian pada citra

dengan kondisi asli di lapangan.



Gambar 3: Diagram alir kalkulasi dan pengolahan nilai NDVI

C. Processing

Tahap pemrosesan utama melibatkan perhitungan nilai piksel untuk mendapatkan indeks vegetasi menggunakan formula *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). NDVI mengukur perbedaan antara pantulan sinar inframerah dekat (NIR) dan sinar merah (Red).

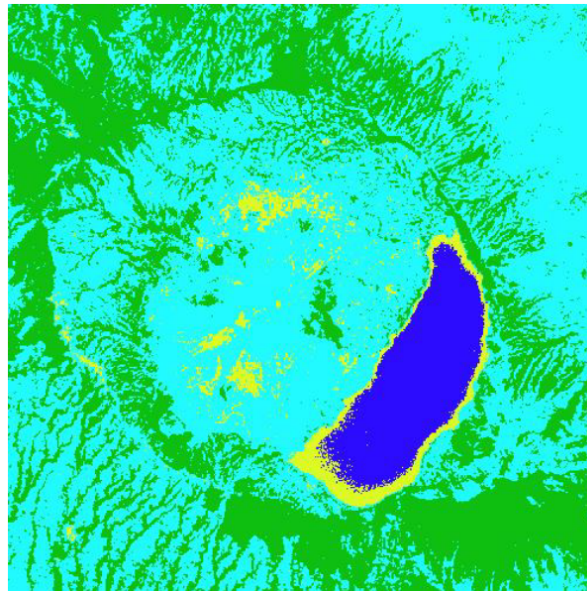
Proses ini diawali dengan mengekstraksi Band 4 dan Band 5 dari dataset Landsat 8 OLI/TIRS Level-2 yang telah terkoreksi secara radiometrik. Dataset diproses menggunakan *library* pemrograman untuk membaca matriks piksel (baris dan kolom). Program membaca nilai pantulan pada setiap koordinat (x, y) , kemudian menghitungnya sesuai dengan rumus standar NDVI untuk menghasilkan citra *grayscale* yang merepresentasikan kerapatan vegetasi.

D. Klasifikasi NDVI dengan Threshold

Setelah mendapatkan nilai NDVI, dilakukan klasifikasi penggunaan lahan menggunakan metode *thresholding* (nilai batas). Berdasarkan referensi pada Tabel 2.3, piksel dikategorikan ke dalam empat kelas utama:

- **Perairan:** Nilai -1 s/d 0 (Warna Biru).
- **NDVI Sangat Rendah:** Nilai 0 s/d 0.2 (Warna Kuning).
- **NDVI Sedang:** Nilai 0.2 s/d 0.6 (Warna Hijau Tosca).
- **NDVI Tinggi:** Nilai > 0.6 (Warna Hijau).

Proses klasifikasi dilakukan dengan iterasi (*looping*) pada setiap kolom dan baris piksel dalam matriks citra. Setiap piksel diperiksa nilainya dan dikonversi menjadi warna representatif agar batas penggunaan lahan di sekitar Danau Batur lebih mudah dibedakan secara spasial.



Gambar 4: Hasil klasifikasi penggunaan lahan berbasis NDVI tahun 2015

IV. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan dengan membandingkan citra hasil klasifikasi nilai NDVI menggunakan aplikasi yang dibangun (sebagai data asli) dengan citra hasil klasifikasi perangkat lunak ENVI (sebagai data referensi). ENVI merupakan perangkat lunak berbasis GIS standar industri yang digunakan untuk pengolahan citra satelit secara profesional.

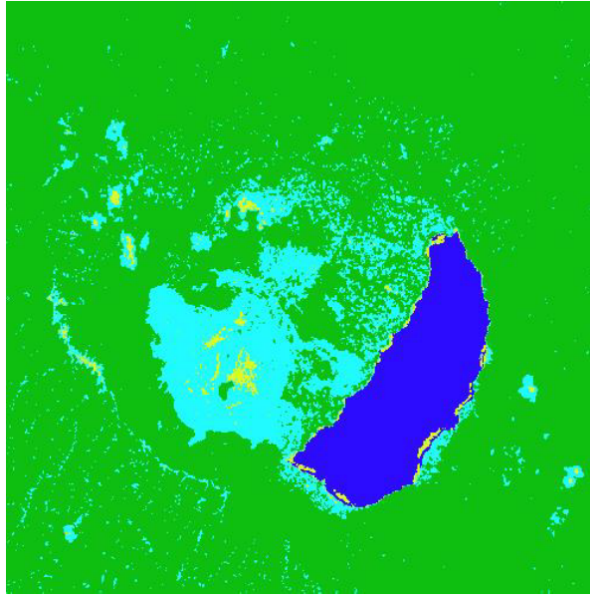
Metode *Absolute Difference* (absdiff) pada *library* OpenCV digunakan untuk membandingkan kedua citra tersebut. Metode ini bekerja dengan cara menghitung perbedaan mutlak dari setiap elemen antara dua array nilai piksel dari kedua citra yang dibandingkan [16]. Pemrosesan citra Landsat 8 melalui ENVI telah melalui tahap yang sama dengan aplikasi penelitian, termasuk kalkulasi indeks vegetasi dan klasifikasi *thresholding*.

Berdasarkan perbedaan data asli dan referensi, metode *Absolute Difference* diaplikasikan pada dua array dengan ukuran yang sama untuk mencari perbedaan absolut setiap tahunnya. Adapun rumus dari *Absolute Difference* adalah sebagai berikut:

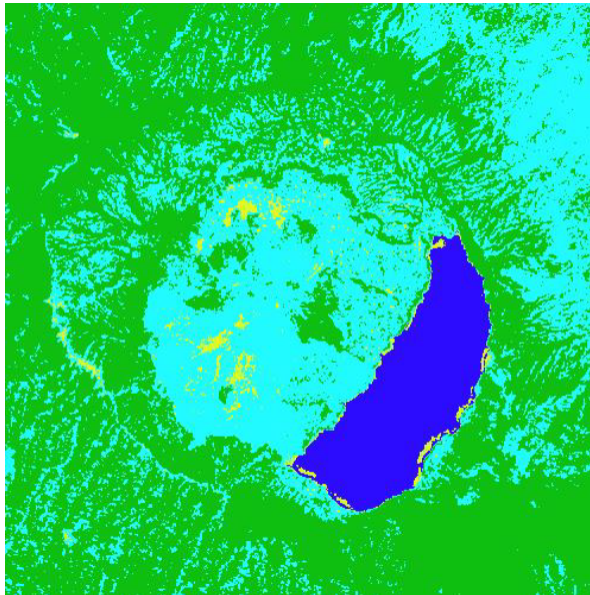
$$dst(I) = |src1(I) - src2(I)| \quad (2)$$

Dimana:

- *dst* = *output array* dengan ukuran dan tipe yang sama.



Gambar 5: Hasil klasifikasi penggunaan lahan berbasis NDVI tahun 2016



Gambar 6: Hasil klasifikasi penggunaan lahan berbasis NDVI tahun 2017

- $src1$ = *input array* pertama (data asli).
- $src2$ = *input array* kedua (data referensi).
- I = indeks multi-dimensi elemen array.

Citra hasil *absolute difference* digunakan untuk menghitung persentase *error* guna menentukan kemiripan data. Nilai *error* didapatkan dengan menjumlahkan nilai piksel pada setiap kanal RGB hasil *absolute difference*, lalu membaginya dengan jumlah nilai piksel pada citra asli, dikalikan 100% [18]:

$$dif(I) = \left(\sum_{x=0}^m \sum_{y=0}^n \frac{p_2(x, y)}{p_1(x, y)} \right) \times 100\% \quad (3)$$

Dimana I adalah kanal RGB, dif adalah persentase *error*, p_1 adalah array citra asli, dan p_2 adalah array hasil *absolute difference*. Hasil dari persamaan tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2: Hasil Analisis Persentase Error Antar Kanal Warna

Tahun	(%) Error			Rata - rata (%) error
	Channel R	Channel G	Channel B	
2017	73.8 %	4.6 %	16.2 %	30.5 %
2016	82.8 %	4.6 %	16.1 %	34.6 %
2015	45.2 %	3.7 %	8.6 %	19.2 %

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa *error* pada kanal R cukup signifikan. Hal ini disebabkan oleh perbedaan tipe data: aplikasi penelitian menghasilkan tipe data *Integer*, sedangkan data referensi (ENVI) bertipe *Byte*. Perbedaan representasi data ini berdampak pada sedikit pergeseran nilai warna, khususnya pada kanal merah.

Selain klasifikasi warna, citra NDVI mentah juga dibandingkan menggunakan metode yang sama. Citra NDVI yang dihasilkan melalui aplikasi menunjukkan tingkat kemiripan yang sangat tinggi dengan hasil ENVI. Data *error* pengujian NDVI ini dapat dilihat pada Gambar 7.

Tahun	(%) error
2017	0.0024 %
2016	0.0057 %
2015	2.0869 %

Gambar 7: Data Error Pengujian Perbandingan Nilai NDVI

Pengujian dilanjutkan dengan membandingkan perubahan temporal. Citra tahun 2015 dikurangi dengan citra tahun 2016 untuk mengidentifikasi perubahan daerah penggunaan lahan. Dari selisih tersebut, didapatkan nilai *error* sebesar 28,2%. Proses serupa dilakukan untuk periode 2016-2017 terhadap data referensi ENVI, yang menghasilkan nilai *error* sebesar 39,4%.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Citra hasil klasifikasi nilai NDVI dengan menggunakan Threshold menghasilkan empat macam penggunaan lahan yang berdasarkan tingkat kehijauan(vegetasi) tanaman yang berada di daerah sekitar Danau Batur. Kelas penggunaan lahan tersebut adalah kelas perairan, kelas NDVI rendah, kelas NDVI sedang, dan kelas NDVI tinggi
2. Hasil citra klasifikasi pada penelitian ini dibandingkan dengan citra klasifikasi dari ENVI menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 30.5 % pada data tahun 2017, lalu pada tahun 2016 menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 34.6 % dan di data tahun 2015 menghasilkan nilai rata-rata error sebesar 19.5 %
3. Citra hasil kalkulasi NDVI yang dibandingkan dengan Citra NDVI dari ENVI menghasilkan nilai error sebesar 0.0024 % untuk tahun 2017, di data tahun 2016 didapatkan nilai error sebesar 0.0057 % dan nilai error sebesar 2.0869 % untuk data tahun 2015.
4. Hasil selisih data citra tahun 2015 dan 2016 dibandingkan dengan absolute difference terhadap selisih data citra ENVI tahun 2015 dan 2016 menghasilkan error sebesar 28.2%. Sedangkan untuk selisih data tahun 2016 dan 2017 menghasilkan error sebesar 39.4%

Daftar Pustaka

- [1] T. W. S. Warnasuriya, "Mapping land-use pattern using image processing techniques for medium resolution satellite data: Case study in matara district, sri lanka," 2015.

- [2] Pusat Pengendalian Pembangunan Ekoregion Bali dan Nusa Tenggara, “Pengelolaan ekosistem danau batur,” 2014, diakses pada 27 Agustus 2017. [Online]. Available: <http://ppebalinusra.menlh.go.id/pengelolaan-ekosistem-danau-batur.htm>
- [3] A. S. Thoha, “Karakteristik citra satelit,” 2008.
- [4] A. Puntodewo, S. Dewi, and J. Tarigan, *Sistem Informasi Geografis Untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam*, 2003.
- [5] G. Sitanggang, “Kajian pemanfaatan satelit masa depan: Sistem penginderaan jauh satelit ldcm (landsat-8),” Juni 2010.
- [6] Esri, “Band combinations for landsat 8,” 2013, diakses pada 20 September 2017. [Online]. Available: <https://blogs.esri.com/esri/arcgis/2013/07/24/band-combinations-for-landsat-8/>
- [7] USGS, “Landsat 8 oli/tirs level-2 data products-surface reflectance,” 2017, diakses pada 25 September 2017. [Online]. Available: <https://lta.cr.usgs.gov/L8Level2SR>
- [8] N. Ritter, “Geotiff format specification, geotiff revision 1.0,” Tech. Rep., Oktober 1995.
- [9] D. Oktafia, “Sistem informasi geografis,” 2012.
- [10] GDAL, “Gdal - geospatial data abstraction library,” 2017, diakses pada 28 Desember 2017. [Online]. Available: <http://www.gdal.org/>
- [11] C. Ye, Y. Liu, J. Peng, P. Song, and D. Zhao, “Improving modis land cover classification using ndvi time-series and support vector machine in the poyang lake basin, china,” 2010.
- [12] S. S. S. Ahmad and A. Ahmad, “Classification of landsat 8 satellite data using ndvi thresholds,” Januari 2016.
- [13] W. S. Kowalik, S. A. Marsh, and R. J. P. Lyon, “A relation between landsat digital number, surface reflectance, and the cosine of the solar zenith angle,” 1982.
- [14] OpenCV, “Opencv, operation on arrays,” 2017, diakses pada 25 Desember 2017. [Online]. Available: https://docs.opencv.org/2.4/modules/core/doc/operations_on_arrays.html
- [15] S. Arifin and T. Hidayat, “Kajian kriteria standar pengolahan klasifikasi visual berbasis data indeks multispektral untuk informasi spasial penutup lahan,” 2014.
- [16] S. Arsyad, *Konservasi Tanah dan Air*, 2006.
- [17] E. Rustiadi, “Alih fungsi lahan dalam perspektif lingkungan perdesaan,” Mei 2011.
- [18] S. Vassiliadis, E. A. Hakkennes, J. S. S. M. Wong, and G. G. Pechanek, “The sum-absolute-difference motion estimation accelerator,” 1998.

□