

DETEKSI WILAYAH PERMUKIMAN PADA BENTUKLAHAN VULKANIK MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT-8 OLI BERDASARKAN PARAMETER NORMALIZED DIFFERENCE BUILD-UP INDEX (NDBI)

Suwarsono^{*)}, M. Rokhis Khomarudin^{*)}

^{*)} Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN
e-mail: landsono@yahoo.com / suwarsono@lapan.go.id

Abstract

Information sites where the settlement is located in the affected areas on emergency response process is needed in quick time. The availability of up to date data is important because it illustrates the actual condition of the region. Active volcanic landforms ranging from the crater to footslope in general is prone area to volcanic eruption, either by the threat of lava flows, pyroclastic falls, or lahars. This study aims to develop a model of residential areas detection on volcanic areas using Landsat-8 OLI. Parameters used for the detection of settlements is Normalized Difference Build-up Index (NDBI). Study area is Sinabung Volcano region located in the province of North Sumatera. Recently, the volcano experienced a devastating and catastrophic eruption. The results showed that the locations of settlements on volcanic landforms can be detected quickly from Landsat- 8 OLI based on NDBI parameters.

Key Words : *Settlement, Volcanic Landforms, Sinabung Volcano, NDBI*

Abstrak

Informasi lokasi-lokasi dimana permukiman berada di daerah terkena bencana pada proses tanggap darurat bencana sangat dibutuhkan dalam waktu cepat. Ketersediaan data yang *up to date* menjadi penting karena menggambarkan kondisi wilayah secara aktual. Bentuklahan vulkanik aktif mulai dari kawah hingga lerengkaki secara umum merupakan wilayah yang rawan terhadap bahaya erupsi gunungapi, baik oleh ancaman aliran lava pijar, jatuhnya piroklastik, ataupun lahar dingin. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model pendeteksian wilayah permukiman pada wilayah berbentuklahan vulkanik dengan menggunakan citra Landsat-8 OLI. Parameter yang dipergunakan untuk deteksi permukiman adalah *Normalized Difference Buil-up Index* (NDBI). Lokasi penelitian adalah wilayah Gunungapi Sinabung yang terletak di Provinsi Sumatera. Baru-baru ini, gunungapi tersebut mengalami erupsi dahsyat dan menimbulkan bencana. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa lokasi-lokasi permukiman pada bentuklahan vulkanik dapat dideteksi dengan cepat dari citra Landsat-8 OLI berdasarkan parameter NDBI.

Kata Kunci: *Permukiman, Bentuk Lahan Vulkanik, Gunungapi Sinabung, NDBI*

1. Pendahuluan

Deteksi wilayah permukiman di daerah yang terkena bencana penting untuk dilakukan untuk memperkirakan dampak kerugian yang ditimbulkan oleh bencana tersebut, baik korban jiwa, jumlah bangunan rumah maupun harta benda. Proses deteksi tersebut paling tepat dilakukan pada data akuisisi periode yang paling mendekati kejadian bencana sebagai bagian dari proses tanggap darurat bencana. Dalam konteks ini, kondisi paling dekat dengan kejadian bencana dapat memberikan informasi yang lebih aktual. Informasi wilayah permukiman secara aktual dapat diperoleh secara cepat dan efisien dengan memanfaatkan data penginderaan jauh.

Erupsi gunungapi pada beberapa tahun belakangan ini menunjukkan peningkatan frekuensi kejadian. Erupsi tersebut telah menimbulkan bencana yang menelan kerugian. Beberapa gunungapi yang mengalami erupsi pada tahun belakangan ini seperti G. Merapi, Soputan, Rokatenda, Lokon, Karangetang, Bur ni Telong, Gamalama, dan Sinabung. Pada awal tahun 2014, terjadi erupsi dahsyat yang bersifat eksplosif dari G. Kelud, yang memuntahkan material piroklastik dimana persebaran abu vulkanik mencapai daerah Bandung. Salahnya satu informasi mendasar yang diperlukan dalam waktu cepat

pada saat erupsi terjadi adalah; dimanakah lokasi-lokasi permukiman yang terletak di lereng-lereng gunungapi pada radius bahaya.

Teknologi penginderaan jauh menawarkan suatu metode yang dapat dipergunakan untuk mendeteksi wilayah permukiman tersebut secara efisien, dalam waktu yang relatif cepat dan dengan hasil yang dapat dipertanggungjawabkan keakuratannya. Dalam aplikasi penginderaan jauh, dapat dipergunakan data SAR maupun Optis, dengan berbagai karakteristik spasial, temporal, spektral, dan radiometriknya. Kedua data tersebut dapat diaplikasikan untuk berbagai tujuan dan kepentingan, dimana pada penelitian ini akan diarahkan untuk deteksi wilayah permukiman pada bentuklahan vulkanik. Dalam penelitian ini akan dicoba menggunakan data Landsat-8 OLI yang merupakan generasi terbaru dari data Landsat yang mulai dioperasikan pada awal tahun 2013.

Satelit Landsat-8 dibuat atas kerjasama the National Aeronautics and Space Administration (NASA), United States of Geological Survey (USGS)-Department of the Interior (DOI), Orbital Science Corp., Ball Aerospace & Technology Corp., dan NASA Goddard Space Flight Center. Satelit ini memiliki keunggulan dibanding dengan Landsat generasi sebelumnya, yaitu muatan sensor yang dibawanya. Sensor Landsat-8 terdiri dari sensor Operational Land Imager (OLI) dan Thermal Infrared Sensor (TIRS). Sensor OLI terdiri dari sembilan kanal spektral yang memiliki resolusi spasial 30 m untuk kanal multipektral dan 15 m untuk kanal pankromatik, dengan lebar cakupan 185 km. Lebar julat spektral sensor OLI tersebut merupakan penyempurnaan dari sensor ETM⁺ pada Satelit Landsat 7. Penyempurnaan ini untuk menghindari fitur penyerapan atmosfer.

Metode deteksi wilayah permukiman pada bentuklahan vulkanik ini dilakukan secara digital dengan mempergunakan variabel indeks lahan terbangun (*Normalized Difference Build-up Index*) atau disingkat dengan NDBI. NDBI diperkenalkan oleh Zha et al. (2003) untuk otomatisasi proses pemetaan lahan terbangun. Model NDBI dirancang diaplikasikan untuk memetakan lahan perkotaan di Kota Nanjing, China. Hasil pemetaan menunjukkan akurasi 92,6 % dan menunjukkan bahwa parameter ini dapat dipergunakan untuk memenuhi pemetaan yang andal. Dibandingkan dengan metode klasifikasi *maximum likelihood*, NDBI diusulkan mampu melayani sebagai alternatif berharga untuk secara cepat dan obyektif dalam pemetaan wilayah terbangun.

Dalam perkembangan berikutnya, variabel ini telah dipergunakan oleh beberapa peneliti untuk identifikasi penutup lahan, khususnya untuk wilayah-wilayah terbangun, termasuk permukiman dengan menggunakan data optis, terutama data Landsat. Jiang et al. (2005) mempergunakan data Landsat TM dan ETM untuk analisis ekspansi kota Xi'an dan perubahan penutup lahan pada daerah di sekitarnya antara tahun 2000 dan 2003. Metode klasifikasi yang dipergunakan adalah *supervised classification* dengan parameter NDBI untuk membatasi wilayah perkotaan. Ogashawara & Bastos (2012) mempergunakan parameter NDBI bersama-sama dengan parameter NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) dan NDWI (*Normalized Difference Water Index*), beserta temperatur untuk menganalisis hubungan antara penutup lahan perkotaan dan *urban heat islands*. As-syakur et al. (2012) mencoba mengembangkan parameter Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) dari data Landsat-7 ETM⁺ sebagai model untuk memetakan daerah terbangun dan lahan kosong dengan perhitungan tunggal. Dengan mengambil lokasi di Denpasar Bali, EBBI lebih efektif dalam membedakan lahan

terbangun dan lahan kosong dan lebih meningkatkan akurasi persentase kepadatan lahan terbangun, bila dibandingkan dengan indeks IBI (*Index-based Built-Up Index*), NDBI (*Normalized Difference Built-up Index*), UI (*Urban Index*), NDBaI (*Normalized Difference Bareness Index*), dan NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*).

Nasipuri & Chatterjee (2009) menggunakan parameter NDBI bersama-sama dengan NDVI dan NDWI yang diekstraksi dari data ASTER untuk mengetahui kondisi penggunaan lahan di sekitar Bendungan Maithon India. Indeks NDVI dipergunakan untuk mengetahui kualitas dan distribusi vegetasi, NDWI untuk mengetahui karakteristik perairan, serta NDBI untuk mengetahui distribusi dan perubahan lahan terbuka. Di wilayah Timur Tengah, Uddin et al. (2010) mencoba membahas variasi iklim mikro akibat perubahan penutuplahan di Kuwait. Data Landsat periode 1989, 1991 dan 2000 dipergunakan untuk menghitung suhu permukaan dan mengklasifikasi penutup lahan. Klasifikasi penutup lahan dilakukan dengan menggunakan parameter NDVI, NDWI, NDBI dan NDBaI. Dalam penelitian tersebut juga diketahui adanya korelasi positif antara suhu kecerahan dan NDBI.

Xu et al. (2013) mencoba membandingkan kinerja data Landsat-7 ETM+ dan ASTER untuk memetakan lahan terbangun di daerah pesisir tenggara China. Penelitian dilakukan dengan membandingkan tiga pasang citra dengan menggunakan tiga pendekatan, yaitu berbasis per-band, berbasis indeks dan berbasis klasifikasi. Indeks yang dipergunakan adalah *Index-based Built-up Index* (IBI) dan *Support Vector Machine* (SVM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa di wilayah studi, data ETM+ dan ASTER memiliki kinerja yang serupa secara keseluruhan dalam pemetaan lahan terbuka. Nilai-nilai IBI yang diturunkan dari ASTER secara konsisten lebih tinggi daripada dari ETM+.

Chen et al. (2006) mencoba menganalisis hubungan antara *urban heat island* and perubahan penutup/penggunaan lahan di Pearl River Delta (PRD) menggunakan data penginderaan jauh. Data yang dipergunakan adalah Landsat TM dan ETM+ tahun 1990-2000. Dalam penelitian ini, *Normalized Difference Bareness Index* (NDBaI) dipergunakan untuk mengekstraksi lahan terbuka. Pada penelitian tersebut juga dikaji hubungan antara temperatur dan beberapa indeks, NDVI, NDWI dan NDBI. Suhu berkorelasi negatif terhadap indeks NDVI, NDWI dan NDBaI. Sedangkan terhadap NDBI, suhu berkorelasi positif. Korelasi positif antara suhu kecerahan dan NDBI serta korelasi negatif antara suhu kecerahan dan NDVI tersebut sama dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Zhang et al. (2008).

Lebih lanjut, Zhang et al. (2009) berusaha untuk mengetahui karakteristik suhu permukaan lahan pada daerah berpermukaan kedap resapan (*impervious surface area*) di kota Fuzhou, ibukota Provinsi Fujian China tahun 1989 dan 2001 dengan menggunakan data Landsat TM dan ETM+. Karakteristik suhu permukaan wilayah perkotaan dianalisis dengan mengetahui keterkaitannya dengan persentase luas permukaan kedap air, nilai NDVI dan NDBI. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan antara NDVI dan LST lemah, tetapi terdapat hubungan yang kuat antara ISA (*sub-pixel Impervious Surface Area*), NDBI, dan LST. Penelitian ini menunjukkan bahwa persentase ISA, dikombinasikan dengan LST dan NDBI dapat secara kuantitatif menggambarkan distribusi spasial dan temporal variasi pola panas perkotaan yang berasosiasi dengan kondisi penutup/penggunaan lahan.

Berdasarkan kajian terhadap penggunaan parameter NDBI dari data optis Landsat, dapat diketahui bahwa parameter NDBI sering dipergunakan dan merupakan variabel yang berguna dalam memahami

kondisi penutup lahan, terutama lahan terbangun, di wilayah perkotaan maupun pedesaan. Dalam penelitian ini, parameter tersebut akan dicoba untuk dipergunakan untuk pendeteksian lokasi-lokasi lahan terbangun (permukiman) pada daerah pedesaan, pada wilayah bentuklahan vulkanik, dengan menggunakan data optis Landsat generasi terbaru Landsat-8 OLI. Letak kebaruan (*novelty*) dari penelitian ini adalah belum pernah dilakukan penelitian yang berusaha untuk mendeteksi lokasi-lokasi permukiman khusus di wilayah bentuklahan vulkanik berdasarkan parameter NDBI yang diekstrak dari data Landsat-8 OLI.

2. Metodologi

Penelitian mengambil lokasi di wilayah bentuklahan vulkanik Gunungapi Sinabung, Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara. Gunungapi ini mengalami erupsi di akhir tahun 2013 dan masih terus berlanjut hingga awal tahun 2014. Erupsi telah menimbulkan bencana dengan menelan korban jiwa manusia, serta merusak dan menghancurkan harta benda, bangunan, lahan pertanian dan infrastruktur (BNPB, 2013).

Data yang dipergunakan adalah Landsat-8 OLI tanggal perekaman 7 Juni 2013 untuk nomor *scene path/row* 129/058. Koreksi radiometrik dilakukan untuk menghitung nilai reflektansi. Delineasi bentuklahan vulkanik dilakukan secara visual dengan teknik dijitasi layar (*onscreen digitation*). Nilai NDBI dihitung dengan mengadopsi metode perhitungannya dari Zha et al. (2003). Nilai NDBI tersebut kemudian dipergunakan untuk memisahkan kelas-kelas permukiman dengan metode pengambangan (*thresholding*) dan metode *supervised classification maximum likelihood*.

a. Koreksi radiometrik

Produk Landsat-8 standar yang disediakan oleh USGS EROS Center adalah data Digital Number terkuantisasi dan terkalibrasi yang meliputi data hasil perekaman oleh sensor Operasional Land Imager (OLI) dan Thermal Infrared Sensor (TIRS). Produk ini dibuat dalam format 16-bit *unsigned integer*. Data ini dapat diskalakan ke dalam reflektansi Top of Atmosphere (TOA) dan/atau radian menggunakan menggunakan koefisien *rescaling* radiometrik yang telah tersedia di dalam file metadata produk (file MTL). Selain itu, file MTL juga berisi konstanta termal yang diperlukan untuk konversi data TIRS ke nilai suhu kecerahan (*brightness temperature*) (USGS, 2013).

Konversi nilai Digital Number ke Radiance

Data OLI dan TIRS dapat dikonversi ke TOA spectral radiance dengan menggunakan persamaan berikut:

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cal} + A_L \dots\dots\dots (2-1)$$

Dimana L_{λ} adalah TOA spectral radiance (Watts/(m² * srad * μm)), M_L adalah band-specific additive rescaling factor yang diperoleh dari file metadata (RADIANCE_ADD_BAND_x, dimana x adalah nomor

band), A_L adalah band-specific additive rescaling factor yang diperoleh dari file metadata (RADIANCE_ADD_BAND_x, dimana x adalah nomor band), serta Q_{cal} adalah Quantized and calibrated standard product pixel values (DN).

Konversi ke TOA Reflectance

Data OLI dapat juga dikonversi ke TOA *planetary reflectance* dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\rho\lambda' = M_p Q_{cal} + A_p \quad \dots\dots\dots (2-2)$$

Dimana $\rho\lambda'$ adalah TOA planetary reflectance, tanpa koreksi *solar angle*. Catatan bahwa $\rho\lambda'$ tidak memuat koreksi sun angle, M_p adalah band-specific multiplicative rescaling factor yang diperoleh dari file metadata (REFLECTANCE_MULT_BAND_x, dimana x adalah nomor band), A_p adalah band-specific additive rescaling factor yang diperoleh dari file metadata (REFLECTANCE_ADD_BAND_x, dimana x adalah nomor band), dan Q_{cal} adalah Quantized and calibrated standard product pixel values (DN).

TOA reflectance dengan koreksi *sun angle*, dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$\rho\lambda = \frac{\rho\lambda'}{\cos(\theta_{SZ})} = \frac{\rho\lambda'}{\sin(\theta_{SE})} \quad \dots\dots\dots (2-3)$$

Dimana $\rho\lambda$ adalah TOA planetary reflectance, θ_{SE} adalah Local sun elevation angle. Sun elevation angle di pusat scene citra dalam derajat disediakan di file metadata (SUN_ELEVATION), dan θ_{SZ} adalah local solar zenith angle ($\theta_{SZ} = 90^\circ - \theta_{SE}$). Untuk perhitungan reflektansi yang lebih akurat, per pixel solar angle dapat digunakan sebagai pengganti dari Sun elevation angle di pusat scene citra. Namun data sudut zenith matahari per pixel saat ini tidak disediakan dengan produk Landsat-8.

b. Delineasi batas wilayah bentuklahan vulkanik

Delineasi batas bentuklahan vulkanik Gunungapi Sinabung dilakukan secara visual pada citra Landsat-8 OLI. Untuk lebih mempertajam kenampakan visual pada citra dilakukan proses pembuatan citra komposit warna RGB 654 yang dipertajam dengan kanal pankromatik (band 8) sehingga diperoleh citra dengan resolusi spasial 15 meter. Data DEM SRTM resolusi 30 meter juga dipergunakan untuk menampilkan relief pegunungan secara lebih jelas.

c. Perhitungan nilai NDBI

Zha et al. (2003) mengembangkan perhitungan nilai NDBI dari data Landsat TM dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$NDBI = \frac{b5 - b4}{b5 + b4} \dots\dots\dots (2-4)$$

Dimana b5 dan b4 berturut-turut adalah digital number kanal 5 dan kanal 4. Mencermati karakteristik spektral citra Landsat-8 OLI yang berbeda dengan Landsat TM. Apabila hendak menerapkan model persamaan NDBI dengan menggunakan data Landsat-8, maka yang harus dikaji adalah karakteristik spektral data Landsat-8 OLI dan kesamaannya atau kemiripannya dengan data Landsat-7 ETM+. Tabel 2-1 menunjukkan perbandingan spektral kanal-kanal pada Landsat-7 ETM+ dan Landsat-8 OLI.

Tabel 2-1. Perbandingan spektral kanal-kanal pada Landsat-7 ETM+ dan Landsat-8 OLI.

Sensor ETM+				Sensor OLI dan TIRS			
No Kanal	Nama Spektrum	Julat Spektral	Resolusi spasial	No Kanal	Nama Spektrum	Julat Spektral	Resolusi spasial
				1	Visible	0.433 – 0.453	30 m
1	Visible	0.45 – 0.52	30 m	2	Visible	0.450 – 0.515	30 m
2	Visible	0.52 – 0.60	30 m	3	Visible	0.525 – 0.600	30 m
3	Visible	0.63 – 0.69	30 m	4	Visible	0.630 – 0.680	30 m
4	NIR	0.77 – 0.90	30 m	5	NIR	0.845 – 0.885	30 m
				9	Cirrus	1.360 – 1.390	30 m
5	NIR	1.55 – 1.75	30 m	6	SWIR	1.560 – 1.660	30 m
6	Thermal	10.40 – 12.50	60 m	10	TIRS 1	10.6 – 11.19	100 m
				11	TIRS 2	11.5 – 12.51	100 m
7	Mid-IR	2.08 – 2.35	30 m	7	SWIR	2.100 – 2.300	30 m
8	Panchromatic	0.52 – 0.90	15 m	8	Panchromatic	0.500 – 0.680	15 m

Memperhatikan perbandingan karakteristik spektral kanal-kanal pada Landsat-7 ETM+ dan Landsat-8 OLI, maka persamaan 2-4 untuk menghitung NDBI dimodifikasi menjadi :

$$NDBI = \frac{b6 - b5}{b6 + b5} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana b6 dan b5 berturut-turut adalah digital number kanal 6 dan kanal 5 Landsat-8 OLI.

d. Ekstraksi wilayah permukiman dengan metode pengambangan (*thresholding*)

Ekstraksi wilayah permukiman dilakukan dengan metode pengambangan (*thresholding*). Beberapa lokasi sampel sebagai *training area* dipilih secara acak terhadap beberapa lokasi yang diketahui sebagai lokasi permukiman, berdasarkan kenampakan visualnya, seperti warna, pola, bentuk, asosiasi, ukuran, dan letak. Dalam penentuan training sampel lokasi permukiman, dibuat citra komposit warna alami (*natural color*) kombinasi *band* RGBI 6548.

e. Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan dengan membandingkan data permukiman hasil ekstraksi dengan data referensi. Untuk data referensi dipergunakan data permukiman hasil deliniasi visual dari citra resolusi lebih tinggi, dalam penelitian ini dipergunakan citra Quickbird. Besar akurasi dihitung dengan menggunakan rumus *Individual Classification Success Index* (ICSI) sebagai berikut (Koukoulas & Blackburn, 2001):

$$ICSI = 1 - \text{Error of Omm \%} + \text{Error of Comm \%} \dots\dots\dots (6)$$

Keterangan:

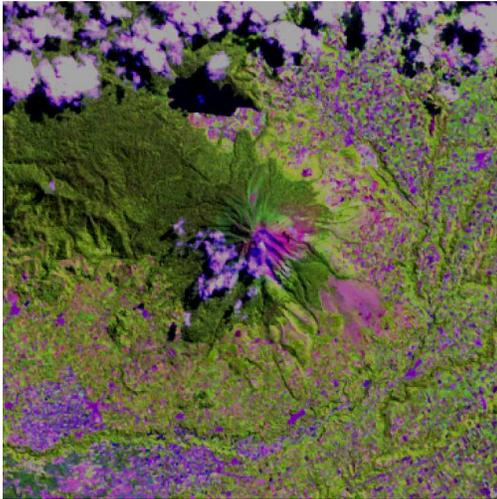
ICSI = *Individual Classification Success Index*

Omm = *Ommision; area terbakar yang masuk ke kelas lain (non burned area)*

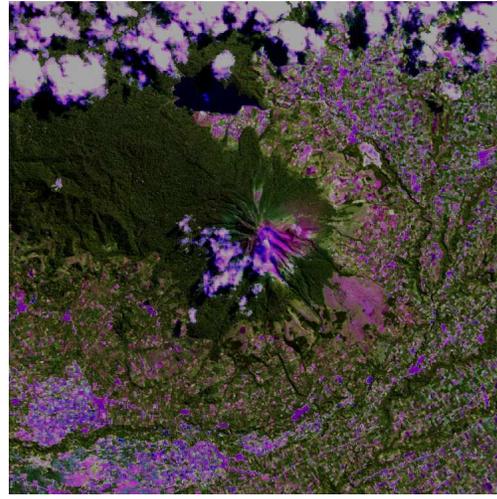
Comm = *Commision; area terbakar tambahan dari kelas lain (non burned area)*

3. Hasil dan Pembahasan

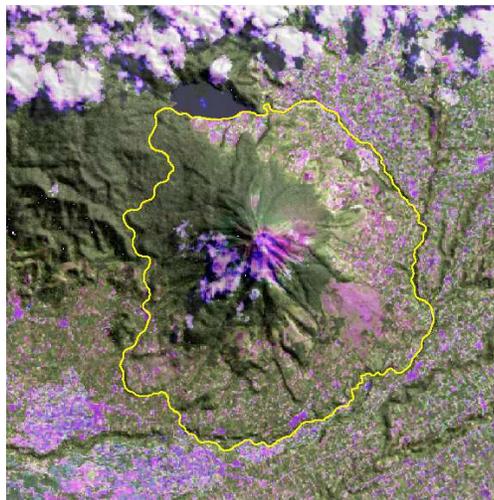
Hasil deliniasi batas bentuklahan secara visual pada citra Landsat-8 OLI komposit warna RGBI 6548 dan dipadukan dengan data DEM SRTM menunjukkan bahwa tipe Gunungapi Sinabung berbentuk strato (*strato volcano*) dengan luas planimetrik sekitar 4.206 hektar. Gambar 3-1 memperlihatkan citra Landsat-8 OLI citra komposit warna dengan berbagai tampilan yang memperlihatkan tubuh dari stratovolcano G. Sinabung.



(a) Landsat-8 OLI RGB 654



(b) Landsat-8 OLI RGBI 6548

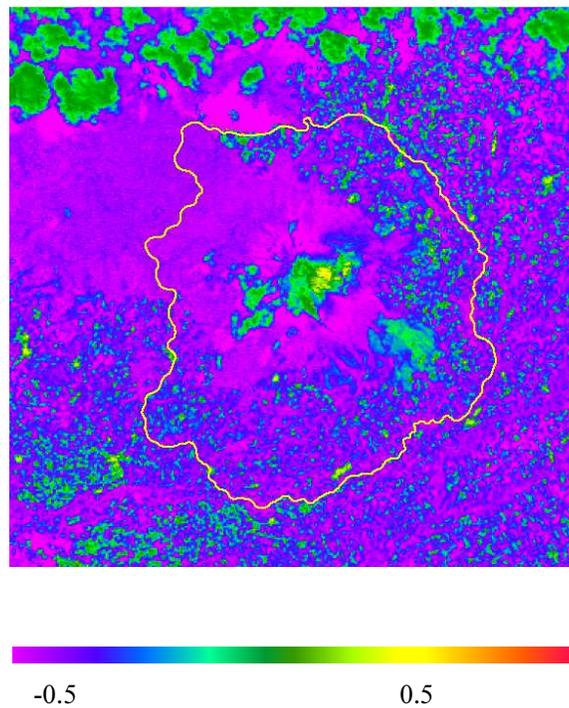


c) Landsat-8 OLI RGBI 6548 dengan background DEM SRTM 30 m (tranparansi 35%)

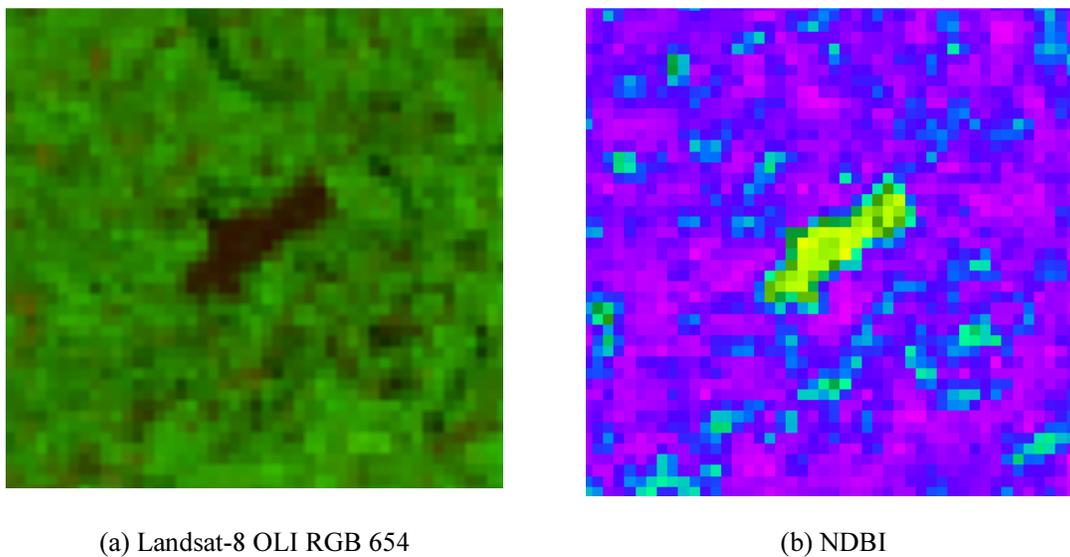
Gambar 3-1. Citra Landsat-8 OLI citra komposit warna dengan berbagai tampilan yang memperlihatkan tubuh dari stratovolcano G. Sinabung. Garis warna kuning adalah batas bentuklahan vulkanik

Hasil ekstraksi nilai NDBI dapat dilihat pada Gambar 3-2. Berdasarkan hasil ekstraksi tersebut dapat diketahui karakteristik nilai NDBI wilayah permukiman pada bentuklahan vulkanik. Pemilihan *training area* piksel-piksel yang dianggap permukiman dilakukan secara visual pada citra komposit RGBI 6548. Contoh sampel *training area* permukiman tersebut dapat dilihat pada Gambar 4-3.

Berdasarkan perhitungan statistik, nilai rerata NDBI permukiman adalah 0.108 dengan standar deviasi 0.018. Selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3-1.



Gambar 3-2. Nilai NDBI wilayah vulkanik G. Sinabung. Garis warna kuning adalah batas bentuklahan vulkanik



(a) Landsat-8 OLI RGB 654

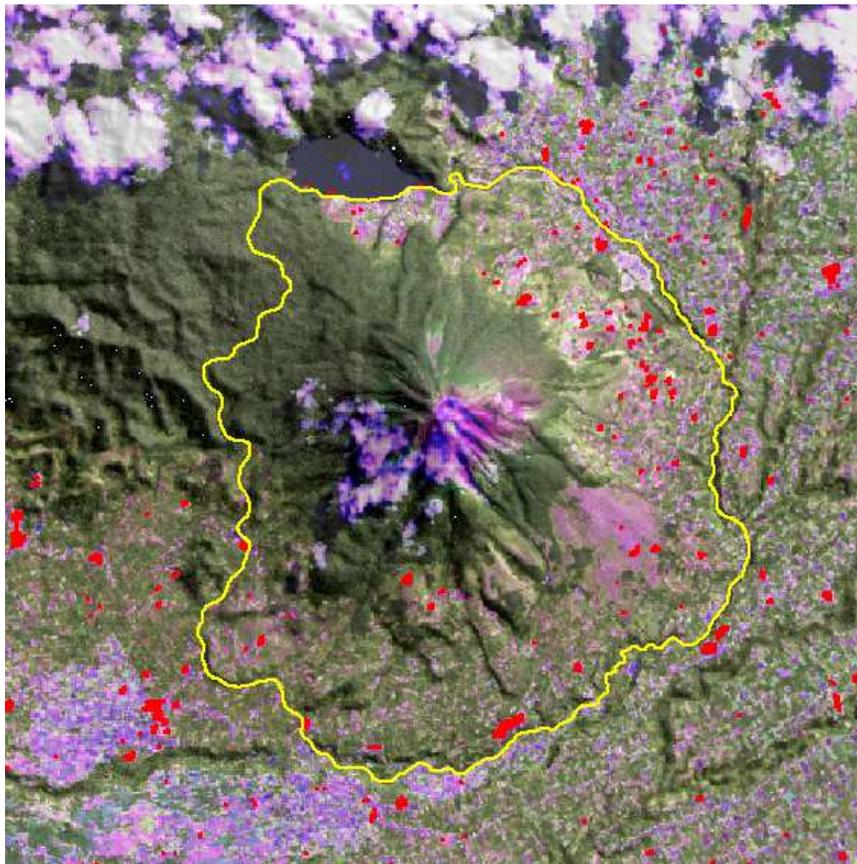
(b) NDBI

Gambar 3-3. *Training area* permukiman yang terletak pada bentuklahan vulkanik G. Sinabung

Tabel 3-1. Nilai NDBI berbagai penutup lahan di wilayah G. Sinabung.

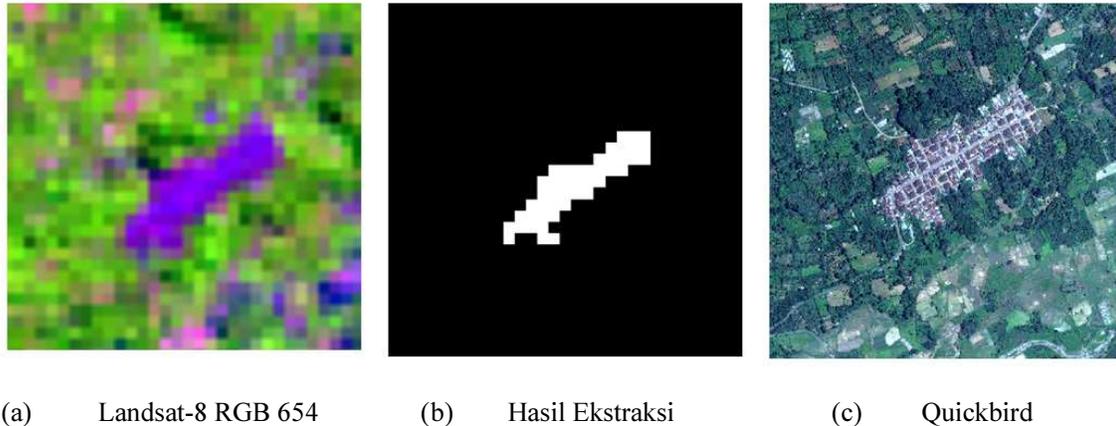
Landcover	Kode	Min	Max	Mean	Std.Dev
Hutan	Ht	-0.491	-0.406	-0.448	0.016
Semak Belukar	Sblk	-0.200	-0.136	-0.165	0.012
Ladang/Tegalan	Ldg	-0.483	-0.054	-0.322	0.087
Air	Air	-0.697	-0.600	-0.641	0.018
Permukiman - Vulkan	Pmv	0.087	0.158	0.108	0.018
Permukiman - Non Vulkan	Pmnv	-0.039	0.119	0.049	0.035
Singkapan Batuan	Sb	-0.169	-0.037	-0.105	0.044

Hasil ekstraksi piksel-piksel permukiman dengan teknik *thersholding* (berdasarkan nilai rerata dan standar deviasi) ditunjukkan pada Gambar 3-4. Berdasarkan gambar yang terlihat tersebut dapat diketahui sebaran wilayah permukiman pada bentuklahan vulkanik di G. Sinabung. Berdasarkan hasil identifikasi dapat diketahui bahwa pola permukiman pada bentuklahan vulkanik di G. Sinabung terletak pada lereng bawah dan lerengkaki gunungapi. Pada beberapa lokasi sudah merambah hingga ke lereng bagian tengah.



Gambar 3-4. Hasil ekstraksi area permukiman yang terletak pada bentuklahan vulkanik G. Sinabung menggunakan metode *thresholding* berdasarkan nilai NDBI

Hasil uji akurasi hasil identifikasi metode *thresholding* dengan menggunakan data referensi hasil delineasi visual dari citra Quickbird (tanggal 11 September 2010) memberikan hasil nilai *commission error* sebesar 36.90%, *ommision error* sebesar 1.36%, dan nilai akurasi keseluruhan sebesar 61.74%. Gambar 3-5 memperlihatkan kenampakan obyek permukiman pada (a) citra Landsat-8 RGB 654, (b) Hasil ekstraksi, dan (c) Quickbird, 11 September 2010.



Gambar 3-5. Kenampakan obyek permukiman pada (a) citra Landsat-8 RGB 654, (b) Hasil ekstraksi, dan (c) Quickbird, 11 September 2010.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa wilayah-wilayah permukiman pada bentuklahan vulkanik dapat diidentifikasi secara mudah dan cepat dari citra Landsat-8 OLI berdasarkan nilai NDBI dengan menggunakan metode *thresholding*. Rerata nilai NDBI obyek permukiman relatif lebih tinggi dibandingkan obyek landcover lainnya. Selain itu, rerata nilai NDBI pada obyek permukiman di wilayah vulkan lebih tinggi dibandingkan dengan non-vulkan. Hasil uji akurasi menunjukkan bahwa penggunaan metode ini memberikan hasil yang cukup baik.

5. Daftar Rujukan

- As-syakur, A. Adnyana, I.W.S., Arthana, I.W., & Nuarsa, I.W. 2012. *Enhanced Built-Up and Bareness Index (EBBI) for Mapping Built-Up and Bare Land in an Urban Area*. *Remote Sensing*, 4, pp.2957-2970.
- Chen, X.L., Zhao, H.M., Li, P.X., Yin, Z.Y. 2006. *Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes*. *Remote Sensing of Environment*, 104, pp.133-146.
- Jiang, J., Zhou, J., Wu, H., AI, L., Zhang, H., Zhang, L., & Xu, J. 2005. *Land cover changes in the rural-urban interaction of Xi'an region using Landsat TM/ETM data*. *Journal of Geographical Sciences*, 15, 4, pp.423-430.

- Koukoulas, S. & Blackburn, G.A., 2001. *Introducing New Indices for Accuracy Evaluation of Classified Images Representing Semi-Natural Woodland Environments*, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 67(4), 499-510.
- Nasipuri, P. & Chatterjee, A. 2009. *A Quantitative Approach for Analyzing the Relationship between Urban Heat Islands and Land Cover*. Remote Sensing, 4, pp.3596-3618.
- Ogashawara, I & Bastos, V.S.B. 2012. *A Quantitative Approach for Analyzing the Relationship between Urban Heat Islands and Land Cover*. Remote Sensing, 4, pp.3596-3618.
- Ritter, F. D. 1979. *Process Geomorphology*. Southern Illinois University at Carbondale. Iowa: Brown Co. Publishers Duque.
- Thornbury, W.D. 1954. *Principles of Geomorphology*, 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Uddin, S., Al Ghadban, A.N., Al Dousari, A., Al Murad, M., & Al Shamroukh. 2010. *A remote sensing classification for land-cover changes and micro-climate in Kuwait*. International Journal of Sustainable Development Planning. pp.1-11.
- USGS, http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php, diakses pada 2013-06-01 jam 03:48 pm
- Xu, H., Huang, S., & Zhang, T. 2013. *Built-up land mapping capabilities of the ASTER and Landsat ETM+ sensors in coastal areas of southeastern China*. *Advances in Space Research*, 52, pp.1437-1449.
- Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. 2003. *Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery*. International Journal of Remote Sensing. 24(3), pp. 583–594.
- Zhang, H., Du, P., Luo, Y., & Liu, P. 2008. *Analysis of Relationship between Urban Thermal Pattern and Land Use/Land Cover-Taking Xuzhou City as an Example*. Proceedings of Information Technology and Environmental System Sciences. pp.1058-1062.
- Zhang, Y., Odeh, I.A.O., & Han, C. 2009. *Bi-temporal characterization of land surface temperature in relation to impervious surface area, NDVI and NDBI, using a sub-pixel image analysis*. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation. 11, pp.256-264.
- Zuidam, R.A van, 1985. *Aerial Photo-Interpretation in Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. ITC Enschede. The Netherlands