

**ANALISIS KERENTANAN PADA WILAYAH PERMUKIMAN AKIBAT  
BENCANA ERUPSI GUNUNG MERAPI  
(STUDI KASUS : KABUPATEN SLEMAN)**

Siti Haeriah, Arief Laila Nugraha, Bambang Sudarsono<sup>\*)</sup>

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788  
Email : haeriahstitii@gmail.com

**ABSTRAK**

Gunung Merapi merupakan salah satu gunung yang paling aktif di Indonesia. Melihat status Gunung Merapi yang sampai sekarang masih terbilang cukup aktif, diperlukan upaya tindakan mitigasi bencana. Salah satunya dengan membuat Peta Kerentanan bencana erupsi yang dapat meminimalisir kerugian yang terjadi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian mengenai hal tersebut. Peta Kerentanan ini mengacu pada Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 dengan menggunakan empat parameter, yaitu : sosial, ekonomi, fisik, dan lingkungan. Pembuatan Peta Kerentanan menggunakan metode pengolahan serta analisis spasial Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan metode *scoring*, pembobotan, dan *overlay*. Penambahan informasi permukiman didapatkan menggunakan teknologi Penginderaan Jauh dengan metode *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI). Metode NDBI dapat memudahkan pendeteksian lokasi-lokasi permukiman yang terletak di lereng gunung api pada radius bahaya. Data yang digunakan untuk pendeteksian permukiman adalah citra Landsat-8 OLI. Peta Kerentanan erupsi Gunung Merapi dan sebaran permukiman di *overlay* untuk mengetahui seberapa rentan wilayah permukiman yang berada di wilayah penelitian. Penelitian ini menghasilkan peta dengan informasi kerentanan bencana erupsi Gunung Merapi. Tingkat kerentanan tinggi sebanyak 41 Desa dan tingkat kerentanan sedang 1 Desa. Dampak erupsi Gunung Merapi pada radius <5 km, 5-15 km, dan >15 km terhadap permukiman sangat tinggi. Pada radius <5 km wilayah permukiman yang berada pada kerentanan tinggi seluas 500,828 ha dan pada kerentanan sedang seluas 27,448 ha. Pada radius 5-15 km wilayah permukiman yang berada pada kerentanan tinggi seluas 2.366,381 ha dan pada kerentanan sedang seluas 178,737 ha, sedangkan pada radius >15 km wilayah permukiman berada pada kerentanan tinggi seluas 8.064,543 ha.

**Kata Kunci** : Erupsi, Gunung Merapi, Kerentanan Bencana, *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI)

**ABSTRACT**

*Mount Merapi is one of the most active volcanoes in Indonesia. Seeing the status of Mount Merapi, which until now is still quite active, disaster mitigation action efforts are needed. One of the disaster mitigation measures is by making vulnerability maps of eruption disaster, which can minimize the losses that can occur. Therefore, it is necessary to do research on it. The vulnerability map refers to Perka BNPB No. 2 years 2012 by using four parameters: social, economic, physical, and environmental. The vulnerability map is created using processing and spatial analysis of Geographic Information System (GIS) with the method of scoring, weighting, and overlay. Addition to settlement information was obtained using Remote Sensing technology with Normalized Difference Built-up Index (NDBI) method. NDBI method can facilitate the detection of settlement sites located on the slopes of the volcano at a radius of danger. The data used for the detection of settlements is the Landsat-8 OLI image. The vulnerability map data on The Mount Merapi eruption and distribution of settlements in overlays to find out how vulnerable residential areas are in the research area. This research produces maps with information vulnerability of Mount Merapi eruption disaster. The High-level vulnerability of 41 villages and medium level vulnerability of 1 Village. The impact of the eruption of Mount Merapi on a radius of and; 15 km to the settlement is very high. At a radius of <5 km of settlements located on a high vulnerability of 500.828 ha and on medium vulnerability of 27,448 ha. At a radius of 5-15 km of residential areas located on high vulnerability of 2.366,381 ha and on medium vulnerability of 178.737 ha, while in radius >15 km settlement area is in high vulnerability area of 8.064,543 ha.*

**Keywords:** *Eruption, Mount Merapi, Normalized Difference Built-up Index (NDBI), Vulnerability Disaster*

<sup>\*)</sup> Penulis Utama, Penanggung Jawab

## I. Pendahuluan

### I.1. Latar Belakang

Gugusan pulau Indonesia dalam tatanan tektonik dunia merupakan wilayah pertemuan tiga lempeng besar, yaitu Lempeng Eurasia (bagian barat laut), Lempeng Samudera Hindia – Australia (bagian selatan), dan Lempeng Samudera Pasifik (bagian timur laut) yang saling bergerak. Hal ini berdampak pada keadaan topografi, morfologi, dan struktur geologis Indonesia (Kardinasari, N. N., 2014). Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak gunung berapi yang masih dalam status aktif. Hal tersebut berpengaruh pada tingkat kerawanan bencana alam yaitu erupsi gunung berapi dan gempa bumi. Erupsi gunung berapi memiliki dampak atau potensi kerugian yang besar. Potensi kerugian dapat berupa kerusakan infrastruktur, tempat tinggal, lahan produktif, harta benda, mata pencaharian, bahkan nyawa penduduk yang tinggal di daerah sekitar gunung berapi.

Gunung Merapi merupakan salah satu gunung yang paling aktif di Indonesia. Asosiasi Internasional Vulkanologi dan Kimia Interior Bumi menobatkan Merapi sebagai Gunung Api dekade ini sejak tahun 1995 karena aktivitas vulkaniknya yang sangat tinggi (Wikipedia, 2016). Letusan Gunung Merapi pada tanggal 26 Oktober 2010 mengakibatkan terjadinya beberapa rangkaian fenomena alam, seperti awan panas, lahar, dan hujan abu, yang membawa bencana bagi masyarakat dan lingkungan yang berada sekitarnya. Melihat status Gunung Merapi yang sampai sekarang masih terbilang cukup aktif, diperlukan upaya dalam penanggulangan bencana khususnya erupsi gunung api. Upaya penanggulangan atau mengurangi dampak risiko bencana merupakan tindakan mitigasi bencana.

Mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana (BNPB, 2012). Menurut UU No. 24 Tahun 2007, usaha mitigasi dapat berupa prabencana, saat bencana, dan pasca bencana. Prabencana berupa kesiapsiagaan atau upaya memberikan pemahaman pada penduduk untuk mengantisipasi bencana, melalui pemberian informasi, dan peningkatan kesiagaan apabila terjadi bencana sehingga terdapat langkah-langkah untuk memperkecil risiko bencana. Risiko bencana dapat dinilai tingkatannya berdasarkan besar kecilnya tingkat ancaman maupun kerentanan pada suatu wilayah. Salah satu parameter risiko bencana yang dapat digunakan pada saat prabencana adalah pembuatan peta kerentanan.

Kerentanan (*vulnerability*) merupakan suatu kondisi dari suatu komunitas atau masyarakat yang mengarah atau menyebabkan ketidakmampuan dalam menghadapi ancaman bencana (BNPB, 2012). Pengertian Peta Kerentanan adalah gambaran atau representasi suatu wilayah atau lokasi yang menyatakan kondisi wilayah yang memiliki suatu kerentanan tertentu pada aset-aset kehidupan dan kehidupan yang dimiliki yang dapat mengakibatkan

risiko bencana (Petrasawacana, 2011). Banyak aspek yang mempengaruhi tingkat kerentanan suatu wilayah baik itu fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan. Aspek-aspek tersebut telah diatur dalam Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana. Salah satu upaya lainnya untuk mengurangi risiko bencana adalah pengkondisian bangunan rumah (Idtesis, 2014). Banyaknya permukiman-permukiman di daerah rawan bencana pun menjadi mengkhawatirkan. Apabila dikaitkan dengan tingkat kerentanan terhadap suatu wilayah, maka semakin padat permukiman maka tingkat kerentanan wilayah tersebut semakin tinggi.

Penelitian ini menggunakan metode pengolahan serta analisis spasial sistem informasi geografis (SIG) dan metode penginderaan jauh. Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan untuk membuat peta kerentanan dengan metode *scoring*, pembobotan, dan *overlay*. Data yang digunakan untuk pembuatan peta kerentanan diantaranya adalah batas administrasi, data sekunder dari Kecamatan Dalam Angka, dan peta tata guna lahan. Kemudian untuk deteksi dan analisis permukiman menggunakan teknologi penginderaan jauh dengan metode *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI). Metode NDBI dapat memudahkan pendeteksian lokasi-lokasi permukiman yang terletak di lereng-lereng gunung api pada radius bahaya (Suwarsono dan M. Rokhis K., 2014). Data yang digunakan untuk pendeteksian permukiman adalah citra Landsat-8 OLI.

Urgensi dari penelitian ini sebagai referensi bagi pemerintah setempat dalam upaya penanggulangan risiko bencana khususnya kerentanan bencana erupsi gunung api. Penelitian ini dapat dijadikan alternatif metode pendeteksian permukiman di wilayah lahan vulkanik agar lebih cepat dan efisien menggunakan metode *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI), serta menambah pengetahuan bagi pembaca mengenai kerentanan bencana dan agar pembaca dapat lebih waspada dan tanggap terhadap bencana erupsi gunung api.

### I.2. Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana tingkat dan sebaran kerentanan bencana erupsi Gunung Merapi yang dipengaruhi oleh parameter fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan?
2. Bagaimana sebaran wilayah permukiman yang rentan terhadap erupsi Gunung Merapi menggunakan metode *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI)?
3. Bagaimana analisis pengaruh antara tingkat kerentanan bencana erupsi Gunung Merapi terhadap sebaran permukiman di wilayah Gunung Merapi?

### I.3. Pembatasan Masalah

Untuk menjelaskan permasalahan yang akan dibahas dan agar tidak terlalu jauh dari kajian masalah

pada penelitian ini, maka penelitian ini dibatasi pada hal-hal berikut :

1. Daerah yang menjadi studi kasus dalam penelitian ini adalah Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta yang masuk kedalam kawasan rawan bencana (KRB) I, KRB II, dan KRB III.
2. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder kecamatan yang terdapat pada Kecamatan Dalam Angka Kabupaten Sleman tahun 2016, data batas administrasi, peta tata guna lahan, citra Landsat-8 OLI tahun 2015 dan citra Quickbird tahun 2015.
3. Parameter pembuatan peta kerentanan berdasarkan Perka BNPB No. 2 Tahun 2012 mengenai Panduan Umum Pengkajian Risiko Bencana.
4. Indikator kerentanan sosial yang digunakan adalah kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio golongan umur, rasio orang cacat, dan rasio kemiskinan.
5. Indikator kerentanan fisik yang digunakan adalah jumlah rumah dan jumlah fasilitas umum.
6. Indikator kerentanan ekonomi yang digunakan adalah luas lahan produktif dan jumlah produk domestik regional bruto (PDRB).
7. Indikator kerentanan lingkungan yang digunakan adalah hutan, semak belukar, pasir, dan kebun.
8. Metode yang digunakan untuk membuat peta kerentanan yaitu metode *scoring*, pembobotan, dan *overlay*.
9. Metode yang digunakan untuk mendapatkan sebaran permukiman pada citra Landsat-8 OLI adalah metode *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI).

#### I.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian

##### A. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui tingkat dan sebaran kerentanan bencana erupsi Gunung Merapi di Kabupaten Sleman.
2. Mengetahui sebaran permukiman di wilayah Gunung Merapi yang rentan terhadap bencana erupsi tepatnya di Kabupaten Sleman.
3. Mengetahui pengaruh kerentanan bencana erupsi Gunung Merapi terhadap sebaran permukiman di wilayah Gunung Merapi, Kabupaten Sleman.

##### B. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dibedakan menjadi dua aspek sebagai berikut :

1. Manfaat Keilmuan  
Manfaat penelitian ini dalam segi keilmuan adalah pembuatan peta kerentanan dari data sekunder serta peta tata guna lahan menggunakan metode *scoring*, pembobotan, dan *overlay*. Serta analisis sebaran permukiman menggunakan metode *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI) dengan data citra Landsat 8-OLI yang

memudahkan dalam pendeteksian daerah permukiman. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan jawaban mengenai pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam mitigasi bencana maupun permasalahan spasial lainnya.

##### 2. Segi Kerekayasaan

Manfaat penelitian ini dalam segi kerekayasaan adalah peta kerentanan bencana erupsi Gunung Merapi dapat digunakan untuk penilaian seberapa besar dampak yang dihasilkan oleh bencana erupsi Gunung Merapi terhadap kondisi fisik, sosial, ekonomi, dan lingkungan daerah sekitar Gunung Merapi khususnya Kabupaten Sleman. Informasi sebaran permukiman yang dibuat nantinya juga dapat digunakan untuk memudahkan pemerintah setempat untuk merelokasi ataupun melihat seberapa banyak permukiman di wilayah sekitar Gunung Merapi yang terkena dampak dari bencana erupsi Gunung Merapi, serta dapat digunakan sebagai acuan dalam pengevakasian penduduk apabila terjadi bencana.

## II. Tinjauan Pustaka

### II.1. Bencana Erupsi Gunung Api

Letusan atau erupsi gunung merupakan peristiwa yang terjadi akibat endapan magma di dalam perut bumi yang didorong keluar oleh gas yang bertekanan tinggi (Wikipedia, 2016). Bahaya Gunung Api adalah bahaya yang ditimbulkan oleh letusan/kegiatan gunung api, berupa benda padat, cair, dan gas serta campuran diantaranya yang mengancam atau cenderung merusak dan menimbulkan korban jiwa serta kerugian harta benda dalam tatanan (lingkungan) kehidupan manusia (Noor, J., 2014).

### II.2. Mitigasi Bencana

UU No. 24 Tahun 2007 tentang Mitigasi Bencana mendefinisikan bencana sebagai peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan/atau faktor non alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

### II.3. Kerentanan (*Vulnerability*)

Kerentanan (*vulnerability*) adalah karakteristik individu atau kelompok yang merefleksikan kapasitasnya untuk mengantisipasi, mengatasi, bertahan dan pulih dari dampak ancaman bahaya (Blaikie et al. 1994; Cutter 1996; Leary and Beresford 2009). Kerentanan dibentuk dan dihasilkan oleh manusia. Sifatnya yang dinamis lebih banyak ditentukan oleh faktor manusianya, meliputi aspek kerentanan fisik, sosial, ekonomi, sistem maupun kelembagaan. Walaupun jenis ancaman bahaya alam mungkin sama antar suatu daerah, tetapi dengan tingkat kerentanannya yang berbeda, akan

mengakibatkan dampak yang berbeda pula (Aditya, T., dkk, 2010).

Kondisi-kondisi yang rentan juga dapat dikelompokkan menjadi beberapa kelas tergantung ketersediaan data dan tujuan analisis kerentanan. Pengelompokan yang umumnya dilakukan adalah membagi kerentanan ke dalam sub kelas sebagai berikut : kerentanan fisik, kerentanan sosial (terutama terkait kepadudukan), kerentanan ekonomi dan kerentanan lingkungan.

**II.4. Metode Normalized Difference Build-Up Index (NDBI)**

Normalized Difference Build-Up Index (NDBI) merupakan indeks yang sangat sensitif terhadap lahan terbangun/lahan terbuka. Indeks NDBI akan fokus untuk menyoroti daerah perkotaan atau kawasan terbangun dimana biasanya ada pemantulan yang lebih tinggi pada area Shortwave Infrared (SWIR), jika dibandingkan dengan area Near-Infrared (NIR) (Iswanto, P.A. 2008). Berikut adalah persamaan NDBI:

$$NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR} \dots\dots\dots 1$$

**III. Metodologi Penelitian**

**III.1. Tahapan Persiapan**

Pada tahap persiapan dilakukan studi literatur dan persiapan alat dan bahan.

**III.1.1. Peralatan penelitian**

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini, antara lain :

- 1) Satu unit laptop dengan spesifikasi dibawah ini :
  - a) Merk : Lenovo

- b) Prosesor : Intel(R) Core(TM) i3-4030U CPU @ 1.90GHz
- c) Memori : 2,048 GB RAM
- d) Sistem operasi : Windows 8.1 Enterprise 64-Bit

- 2) Perangkat lunak ENVI 5.1
- 3) Perangkat lunak ArcGIS 10.4.1.
- 4) Perangkat lunak Global Mapper 2013
- 5) Perangkat lunak Microsoft Word 2013
- 6) Perangkat lunak Microsoft Excel 2013
- 7) Perangkat lunak Microsoft Visio 2013

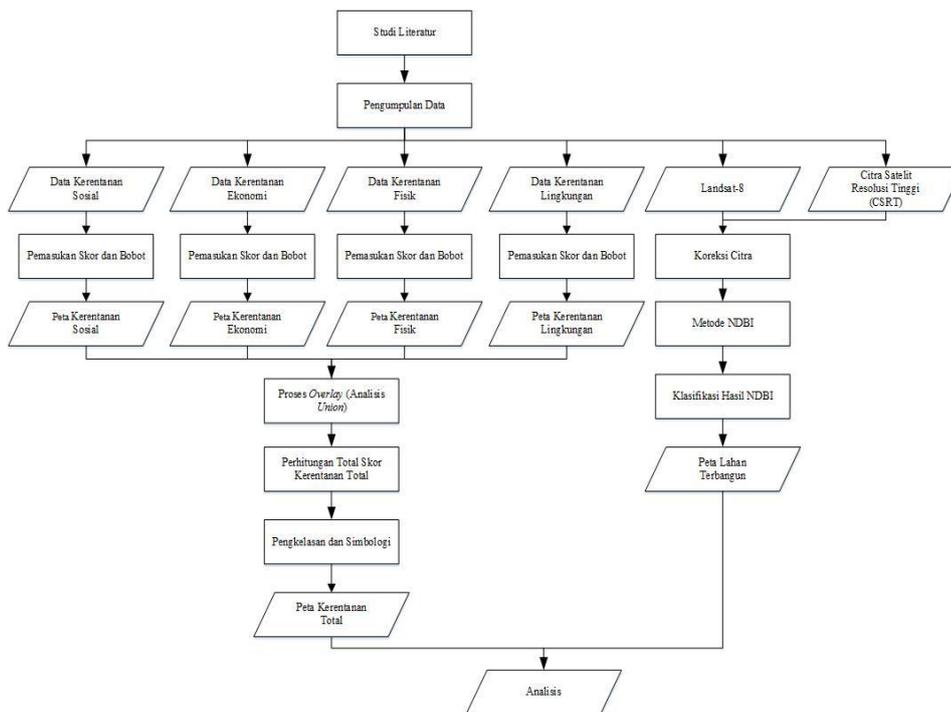
**III.1.2. Data penelitian**

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut :

- 1. Data kepadatan penduduk
- 2. Data jenis kelamin
- 3. Data penduduk miskin
- 4. Data penduduk cacat
- 5. Data kelompok umur
- 6. Data lahan produktif
- 7. Data PDRB
- 8. Data jumlah rumah
- 9. Data fasilitas umum
- 10. Peta Tata Guna Lahan
- 11. Landsat 8-OLI tahun 2015
- 12. Citra Quickbird tahun 2015

**III.2. Tahapan Pengolahan Data**

Tahapan pengolahan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Skema alir proses pengolahan data pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Pengolahan Data

**III.2.1. Tahapan Pembuatan Peta Kerentanan**

Berikut tahapan-tahapan pembuatan peta kerentanan :

- A. Pengumpulan data indikator kerentanan  
Setiap parameter kerentanan memiliki indikator-indikator penyusun. Data-data tersebut berupa data sekunder maupun primer. Adapun data yang harus dikumpulkan per parameter kerentanan, sebagai berikut :
  1. Parameter Sosial : kepadatan penduduk, rasio jenis kelamin, rasio umur, rasio kemiskinan, dan rasio orang cacat.
  2. Parameter Fisik : jumlah rumah dan fasilitas umum.
  3. Parameter Ekonomi : Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) dan lahan produktif.
  4. Parameter Lingkungan : hutan, pasir darat, kebun, dan semak belukar.
 Untuk memudahkan dalam pemasukan data, data-data indikator tersebut dirapihkan dalam bentuk file *excel* (.xls)
- B. Indikator kerentanan dijadikan data spasial  
Pada tahap ini, batas administrasi Kabupaten Sleman dalam format *shapefile* (.shp) dimasukkan data tiap indikator berdasarkan parameter yang akan dibuat. Pemasukan data indikator dilakukan menggunakan *tools Join and Relates* yang terdapat pada perangkat lunak ArcGIS 10.4.
- C. Pembobotan dan *scoring* parameter kerentanan  
Setelah semua data telah tergabung, selanjutnya data skor dan bobot tiap indikator dapat dimasukkan ke dalam *attribute table* pada file .shp yang telah di *join*. Pengkelasan tingkat kerentanan disesuaikan dengan Perka BNPB No. 2 Tahun 2012. Kemudian dilakukan perhitungan skor akhir dari setiap parameter, dimana skor akhir didapatkan dari hasil perkalian skor dan bobot.
- D. Pembuatan Peta Kerentanan  
Pada tahap ini semua indikator kerentanan perparameter digabungkan menggunakan *tools Union*. Langkah selanjutnya adalah menghitung nilai total dari parameter kerentanan sosial. Nilai total kerentanan adalah hasil penjumlahan dari skor akhir indikator dari tiap parameter kerentanan.
- E. Pembuatan Peta Kerentanan Total  
Pembuatan peta kerentanan bencana erupsi gunungapi ini menggunakan metode *overlay* dengan *tools Union*. Pembuatan peta kerentanan bencana ini dengan menggabungkan keempat parameter kerentanan, yaitu kerentanan sosial, kerentanan ekonomi, kerentanan fisik, dan kerentanan lingkungan. Pembuatan peta kerentanan bencana erupsi gunungapi ini dilakukan dengan perhitungan akumulasi nilai skor akhir tiap parameter sesuai dengan Perka BNPB No. 2 Tahun 2012.

- F. Pengkelasan kerentanan  
Nilai kerentanan total ini kemudian dihitung nilai interval kelas dengan menggunakan rumus :  
Interval kelas =  $\frac{\text{Nilai max} - \text{Nilai Min}}{\text{Jumlah Kelas}}$ .....2  
Nilai interval kelas ini digunakan untuk mengelaskan kerentanan.

**III.2.2. Verifikasi Lapangan Peta Kerentanan**

Verifikasi ini juga dapat didefinisikan sebagai suatu prosedur yang diperlukan untuk menentukan tingkat kepuasan kondisi yang sudah disebutkan dalam indikator yang bersangkutan (SITH, 2012). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah wawancara. Kemudian hasil wawancara tersebut dilakukan penarikan asumsi sehingga didapatkan data verifikasi lapangan yang digunakan sebagai data pembanding hasil pengolahan Peta Kerentanan. Untuk mengetahui tingkat akurasi hasil verifikasi lapangan dengan Peta Kerentanan, penulis menggunakan perhitungan rasio akurasi, sebagai berikut (Wijaya, A.M., 2012) :

$$\text{Rasio akurasi} = \frac{\text{Data yang sesuai}}{\text{Jumlah data}} \times 100\% \dots\dots\dots 3$$

Menurut Wijaya, data dikatakan akurat apabila nilai rasio akurasi lebih dari sama dengan 85%.

**III.2.3. Tahapan Pengolahan *Normalized Difference Build-Up Index* (NDBI)**

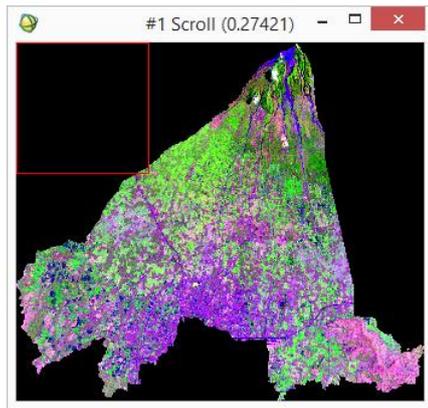
Berikut tahapan-tahapan pengolahan transformasi *Normalized Difference Build-Up Index* (NDBI) :

- A. Koreksi Radiometrik  
Koreksi Radiometrik dilakukan untuk mengubah merubah/mengkonversi nilai data citra asli hasil unduhan dari DN (*Digital Number*) ke nilai reflektan ToA (*Top of Atmospheric*). pada citra satelit Landsat 8. Kanal yang digunakan dalam pengolahan ini adalah kanal 5 dan 6.

Basic Stats	Min	Max	Mean
Band 1	-0.188041	1.122659	-0.000981
Band 2	-0.188041	1.122659	-0.053200
Band 3	-0.188041	1.122659	-0.074206

**Gambar 2.** Hasil Koreksi Radiometrik

- B. Koreksi Geometrik  
Koreksi geometrik dilakukan untuk membenarkan posisi citra, agar sesuai dengan keadaan lapangan. Proses koreksi geometrik ini menggunakan metode *Image to Image*.
- C. *Cropping* Citra  
Citra landsat yang telah terkoreksi harus dipotong sesuai dengan daerah penelitian yaitu wilayah yang masuk kedalam Kawasan Rawan Bencana (KRB) I, II, dan III Kabupaten Sleman agar klasifikasi dapat terfokus pada daerah penelitian maka dari itu dilakukan proses *cropping* citra agar dihasilkan citra Landsat 8 Kabupaten Sleman.



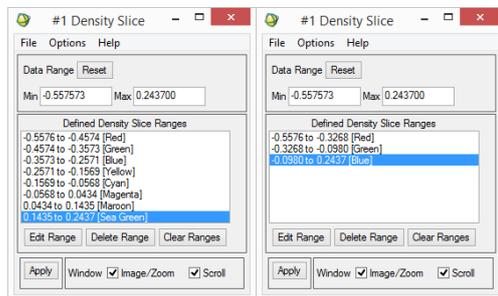
Gambar 3. Hasil Cropping Citra

D. Klasifikasi *normalized difference built-up index* (NDBI)

Klasifikasi *normalized difference built-up index* (NDBI) pada pengolahan Landsat 8 dilakukan pada aplikasi ENVI 5.1. Citra yang telah dipotong, kemudian dimasukkan algoritma NDBI menggunakan *tools Band Math*.

E. Reklasifikasi

Peneliti mengklasifikasikan menjadi 3 kelas pada penelitian ini, yaitu : vegetasi, perairan, dan permukiman (Bhatti, S.S. dan N. K. Tripathi, 2014). Reklasifikasi hasil NDBI ini menggunakan *tools Density Slicing*.



Gambar 4. Hasil Reklasifikasi NDBI

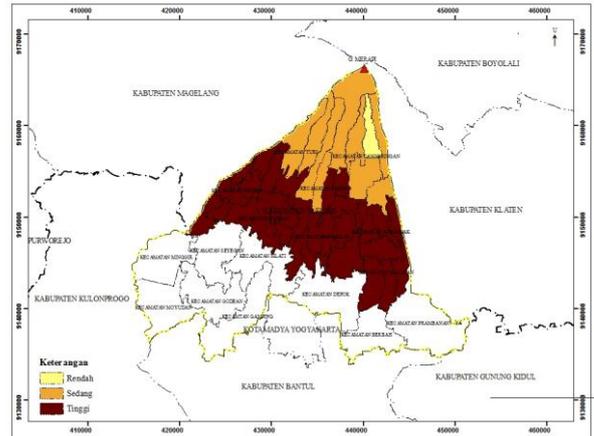
F. Uji Akurasi

Perhitungan akurasi dapat dilakukan dengan berbagai metode, salah satu metodenya adalah *confusion matrix*. Titik validasi lapangan yang digunakan pada uji akurasi ini berdasarkan Citra Satelit Resolusi Tinggi (CSRT) tahun 2015 dengan jumlah titik yang digunakan sebanyak 61 titik.

IV. Hasil dan Analisis

IV.1. Hasil dan Analisis Parameter Kerentanan Sosial

Hasil dari pemetaan kerentanan parameter sosial dapat dilihat pada gambar 5.

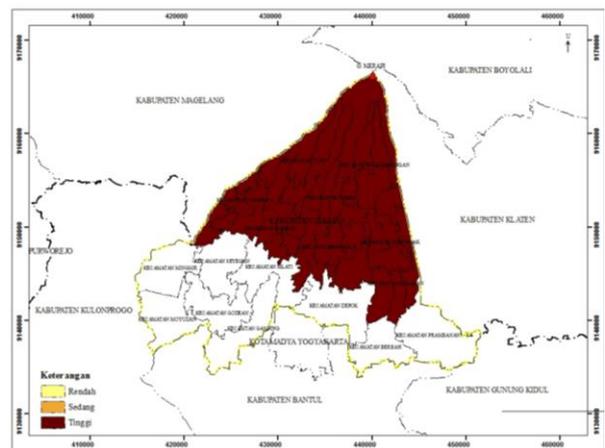


Gambar 5. Peta Kerentanan Sosial

Berdasarkan hasil pengolahan kerentanan sosial didominasi tingkat kerentanan tinggi yaitu sebanyak 32 desa, sedangkan tingkat kerentanan sedang sebanyak 9 desa dan tingkat kerentanan rendah sebanyak 1 desa. Apabila dilihat dari letak kerentanan tinggi tersebut rata-rata terletak pada zona aman terkena aliran lava dan lahar atau masuk kedalam kawasan rawan bencana (KRB) I, namun ada kemungkinan banjir lahar dan perluasan awan panas yang perlu diperhatikan adalah permukiman-permukiman yang berada di sekitar sungai. Posisi kerentanan sedang terletak pada kawasan rawan bencana (KRB) III dan II yang berpotensi terkena aliran lava, awan panas, material jatuhan, lontaran batu (pijar), dan hujan abu lebat.

IV.2. Hasil dan Analisis Parameter Kerentanan Fisik

Hasil dari pemetaan kerentanan parameter fisik dapat dilihat pada gambar 6.



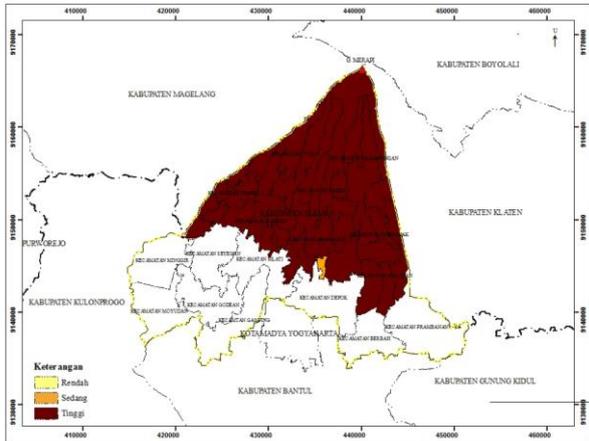
Gambar 6. Peta Kerentanan Fisik

Berdasarkan hasil pengolahan kerentanan fisik sebanyak 42 desa masuk kedalam tingkat kerentanan tinggi. Dimana 100% wilayah penelitian sangat rentan terhadap bencana erupsi Gunung Merapi. Hal ini dapat membuktikan bahwa banyaknya jumlah rumah di Kabupaten Sleman dan pembangunan Kabupaten Sleman yang sudah cukup baik dari segi infrastruktur

sehingga sudah banyak fasilitas-fasilitas umum sebagai sarana pendukung kehidupan sehari-hari masyarakat.

**IV.3. Hasil dan Analisis Parameter Kerentanan Ekonomi**

Hasil dari pemetaan kerentanan parameter ekonomi dapat dilihat pada gambar 7.

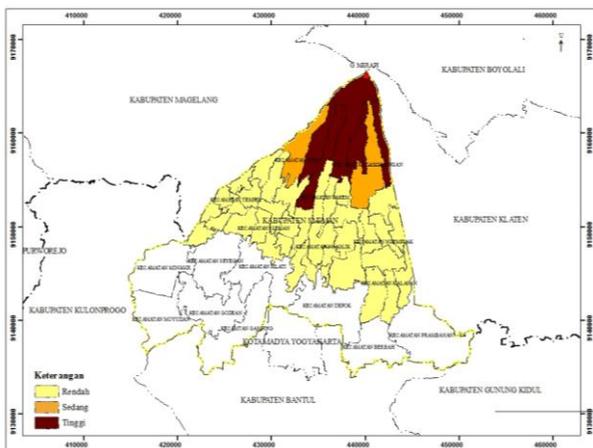


**Gambar 7.** Peta Kerentanan Ekonomi

Berdasarkan hasil pengolahan kerentanan ekonomi, terdapat 1 desa pada kelas kerentanan sedang dan 41 desa pada kelas kerentanan tinggi. Kelas kerentanan sedang terdapat pada wilayah KRB I sehingga jauh dari titik bahaya lahar dan lava, namun memungkinkan dapat terkena lontaran batuan maupun banjir lahar dingin apabila terdapat pada sekitar aliran sungai. Kelas kerentanan tinggi berada pada kawasan rawan bencana (KRB) I, kawasan rawan bencana (KRB) II, maupun kawasan rawan bencana (KRB) III.

**IV.4. Hasil dan Analisis Parameter Kerentanan Lingkungan**

Hasil dari pemetaan kerentanan parameter lingkungan dapat dilihat pada gambar 8.



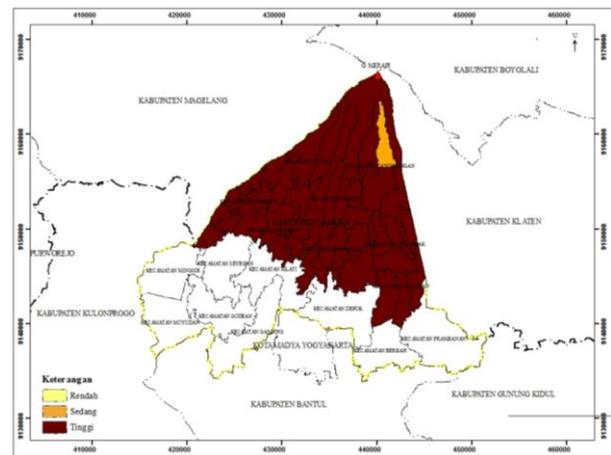
**Gambar 8.** Peta Kerentanan Lingkungan

Berdasarkan hasil kerentanan lingkungan pada wilayah Kabupaten Sleman adalah 34 desa pada kelas kerentanan rendah, 3 desa pada kelas kerentanan sedang, dan 5 desa pada kelas kerentanan tinggi. Kelas

kerentanan rendah mendominasi pada hasil kerentanan berdasarkan parameter ekonomi. Kelas kerentanan rendah berada pada kawasan rawan bencana (KRB) I. Kelas kerentanan sedang dan tinggi berada pada kawasan rawan bencana (KRB) II dan kawasan rawan bencana (KRB) III. Kelas kerentanan tinggi harus lebih diperhatikan sehubungan dengan letak kelas kerentanan yang berada di sekitar kawasan rawan bencana (KRB) II dan kawasan rawan bencana (KRB) III, dimana keduanya merupakan posisi yang sangat rawan terkena dampak langsung dari erupsi gunungapi baik aliran lahar, lava, maupun lontaran batuan/jatuhan. Keberadaan kelas kerentanan tinggi pada puncak gunung merapi dikarenakan pada daerah tersebut banyak pasir ataupun bebatuan.

**IV.5. Hasil dan Analisis Pemetaan Kerentanan Bencana Erupsi Gunung Merapi**

Hasil dari pemetaan kerentanan total bencana erupsi Gunung Merapi dapat dilihat pada gambar 9.



**Gambar 9.** Peta Kerentanan Total

Dapat dilihat bahwa tingkat kerentanan bencana erupsi Gunung Merapi pada wilayah Kabupaten Sleman didominasi oleh tingkat kerentanan tinggi, sedangkan hanya satu desa yang termasuk kedalam tingkat kerentanan sedang yaitu Desa Kepuharjo Kecamatan Cangkringan. Tingkat kerentanan rendah pun tidak terdapat sama sekali. Hal ini disebabkan karena wilayah Gunung Merapi khususnya wilayah Kabupaten Sleman memiliki tingkat kerentanan sosial, ekonomi, dan fisik yang tinggi.

Kemudian analisis tingkat kerentanan berdasarkan radius bahaya bencana erupsi Gunung Merapi, dimana radius bahaya erupsi Gunung Merapi dibagi menjadi tiga wilayah, yaitu radius <5 km, radius 5-15 km, dan radius >15 km (Susilo, A. N. dan Iwan Rudiarto, 2014). Kabupaten Sleman memiliki tingkat kerentanan yang tinggi baik wilayah yang terdapat pada radius bahaya <5 km, 5-15 km, maupun >15 km. Sedangkan satu desa yang memiliki tingkat kerentanan sedang berada pada radius bahaya <5 km dan 5-15 km. Jumlah luasan keseluruhan yang terdapat pada radius bahaya <5 km sebesar 134,647 ha, pada radius bahaya 5-15 km sebesar 162,785 ha, dan pada radius bahaya >15 km sebesar 492,258 ha. Baik pada radius bahaya

<5 km, 5-15 km, maupun >15 km, wilayah tersebut memiliki kecenderungan tingkat kerentanan tinggi. Hal ini tentu sangat membahayakan, terlebih pada radius bahaya 5-15 km sudah terdapat permukiman penduduk.

**IV.6. Hasil dan Analisis Verifikasi Peta Kerentanan**

**IV.6.1. Verifikasi Peta Kerentanan Sosial**

Hasil verifikasi parameter kerentanan sosial yang telah dilakukan di lapangan dan hasil analisis peta terdapat 4 data yang tidak sesuai dan 38 data yang sesuai. Berdasarkan perhitungan rasio akurasi didapatkan nilai akurasi dari hasil verifikasi parameter kerentanan sosial sebesar 0,9048 atau 90,48% yang artinya hasil verifikasi data lapangan dan hasil analisis peta memiliki akurasi yang akurat.

**IV.6.2. Verifikasi Peta Kerentanan Ekonomi**

Hasil verifikasi parameter kerentanan ekonomi yang telah dilakukan di lapangan dan hasil analisis peta terdapat 1 data yang tidak sesuai dan 41 data yang sesuai. Berdasarkan perhitungan rasio akurasi didapatkan nilai akurasi dari hasil verifikasi parameter kerentanan ekonomi sebesar 0,9762 atau 97,62% yang artinya hasil verifikasi data lapangan dan hasil analisis peta memiliki akurasi yang akurat.

**IV.6.3. Verifikasi Peta Kerentanan Fisik**

Hasil verifikasi parameter kerentanan ekonomi yang telah dilakukan di lapangan dan hasil analisis peta terdapat 4 data yang tidak sesuai dan 38 data yang sesuai. Berdasarkan perhitungan rasio akurasi didapatkan nilai akurasi dari hasil verifikasi parameter kerentanan sosial sebesar 0,9048 atau 90,48% yang artinya hasil verifikasi data lapangan dan hasil analisis peta memiliki akurasi yang akurat.

**IV.6.4. Verifikasi Peta Kerentanan Lingkungan**

Hasil verifikasi parameter kerentanan ekonomi yang telah dilakukan di lapangan dan hasil analisis peta terdapat 7 data yang tidak sesuai dan 35 data yang sesuai. Berdasarkan perhitungan rasio akurasi didapatkan nilai akurasi dari hasil verifikasi parameter kerentanan sosial sebesar 0,83333 atau 83,33% yang artinya hasil verifikasi data lapangan dan hasil analisis peta memiliki akurasi yang kurang akurat karena memiliki nilai yang kurang dari 0,85 atau 85%.

**IV.7. Hasil Transformasi NDBI**

Berdasarkan hasil pengolahan NDBI menggunakan citra Landsat 8 OLI kanal 5 dan 6 didapatkan rentang nilai sebesar -0,557573 sampai 0,243700, nilai ini memenuhi ketentuan yang mana rentang nilai transformasi NDBI sama seperti nilai rentang transformasi NDVI yaitu -1 sampai 1. Peneliti membagi kelas klasifikasi NDBI ini menjadi tiga, yaitu : vegetasi, perairan, dan permukiman.

**Tabel 1.** Hasil Klasifikasi NDBI

No.	Kelas NDBI	Luas (Ha)
1.	Vegetasi	19.223,5
2.	Perairan	936,884
3.	Permukiman	11.137,9

Pada dasarnya transformasi NDBI merupakan transformasi yang efektif untuk memetakan area lahan terbangun di perkotaan secara otomatis. Namun pada penelitian ini, peneliti mencoba melakukan transformasi NDBI pada bentuk lahan vulkanik. Kemudian dilakukan analisis spasial untuk mengetahui luasan permukiman perdesa menggunakan perangkat lunak ArcGIS 10.4. luasan permukiman per desa hasil pengolahan transformasi NDBI. Permukiman paling padat terdapat pada Desa Hargobinangun Kecamatan Pakem dengan luas 822,005 ha dan permukiman paling jarang terdapat pada Desa Merdikorejo Kecamatan Tempel dengan luas 11,459 ha.

Uji akurasi berdasarkan hasil identifikasi transformasi NDBI dengan menggunakan data referensi visual dari Citra Satelit Resolusi Tinggi (CSRT) tahun 2015 menghasilkan nilai *commission error* sebesar 27,70%, *omission error* sebesar 36,51%, dan *overall accuracy* sebesar 88,5246% dengan perolehan nilai koefisien kappa sebesar 0,8153. Hasil uji akurasi menggunakan matriks konfusi pada penelitian ini memenuhi syarat yaitu nilai *overall accuracy* lebih besar dari 80%.

**IV.8. Hubungan antara Nilai Kerentanan Bencana Erupsi Gunung Merapi dengan Luasan Permukiman**

Berdasarkan hasil pemetaan kerentanan bencana erupsi Gunung Merapi terdapat 41 desa dengan kerentanan tinggi sedangkan 1 desa dengan kerentanan tinggi. Kemudian hasil peta kerentanan tersebut dilakukan *overlay* dengan hasil pengolahan citra Landsat menggunakan metode NDBI.

**Tabel 2.** Luasan Permukiman berdasarkan Kelas Kerentanan

No.	Radius	Kerentanan	Luas (ha)	Persentase
1	<5	Sedang	27,448	0,246
2	<5	Tinggi	500,828	4,497
3	5-15	Sedang	178,737	1,605
4	5-15	Tinggi	2366,381	21,246
5	>15	Tinggi	8064,543	72,406
Jumlah			11137,938	100

Hasil berdasarkan radius bahaya Gunung Merapi, pada radius <5 km yaitu radius yang sangat berbahaya terdapat kelas kerentanan tinggi dan sedang. Dimana luas permukiman pada radius <5 km dengan kelas kerentanan tinggi yaitu 500,828 ha, sedangkan pada kelas kerentanan sedang seluas 27,448 ha. Pada radius 5-15 km juga terdapat kelas kerentanan tinggi dan rendah dimana masing-masing seluas 2.366,381 ha dan 178,737 ha. Pada radius >15 km, radius ini

memiliki jumlah yang terluas yaitu 8.064,543 ha atau 72,4% permukiman pada kelas kerentanan tinggi.

Luasan permukiman yang berada pada tingkat kerentanan tinggi seluas 10.931,752 ha, sedangkan luasan permukiman yang berada pada tingkat kerentanan sedang seluas 206,186 ha dari total luas wilayah penelitian sebesar 31.298,449 ha. Apabila dikalkulasi dalam bentuk persentase, persentase kerentanan sedang sebesar 0,659% dan kerentanan tinggi sebesar 34,927% dari total luas wilayah penelitian. Namun, apabila dilihat dari hasil transformasi NDBI yang di *overlay* dengan hasil pengolahan kerentanan bencana erupsi Gunung Merapi hampir seluruhnya berada pada kerentanan tingkat tinggi yaitu 98,149% dan kerentanan tingkat sedang sebesar 1,851% dari total luasan permukiman.

## V. Kesimpulan dan Saran

### V.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian ini, sebagai berikut :

1. Dari hasil pengolahan kerentanan diperoleh hasil sebagai berikut :
  - a. Kerentanan sosial di Kabupaten Sleman dari hasil analisis didominasi oleh kerentanan tingkat tinggi yaitu sebanyak 32 desa, sedangkan kerentanan tingkat sedang terdapat 9 desa dan kerentanan tingkat rendah terdapat 1 desa. Indikator yang paling menonjol adalah rasio jenis kelamin dan rasio kelompok umur. Pada kedua indikator tersebut semua desa pada Kecamatan Sleman memiliki tingkat kerentanan yang tinggi.
  - b. Kerentanan fisik di Kabupaten Sleman dari hasil analisis memiliki tingkat kerentanan tinggi. Berdasarkan analisis setiap indikator kerentanan fisik yaitu jumlah rumah dan jumlah fasilitas umum ini terbilang cukup padat.
  - c. Kerentanan ekonomi di Kabupaten Sleman dari hasil analisis memiliki tingkat kerentanan tinggi sebanyak 41 desa dan tingkat kerentanan sedang sebanyak 1 desa. Hal ini dikarenakan nilai PDRB pada Kabupaten Sleman cukup tinggi jika dibandingkan dengan wilayah lain di daerah lereng ataupun gunungapi lainnya. Kemudian ditambah lagi dengan indikator lahan produktif yang terdapat pada Kabupaten Sleman, dimana masih cukup luasnya lahan pertanian yang menjadi salah satu mata pencaharian dominan penduduk sekitar Gunung Merapi.
  - d. Kerentanan lingkungan di Kabupaten Sleman dari hasil analisis memiliki tingkat kerentanan rendah sebanyak 34 desa, tingkat kerentanan sedang sebanyak 3 desa, dan tingkat kerentanan tinggi sebanyak 5 desa. Tingkat kerentanan rendah terdapat pada radius bahaya 5-10 km, hal ini dikarenakan pada daerah tersebut banyak pasir, tabah bebatuan,

dan hutan yang dapat meningkatkan tingkat kerentanan.

- e. Kerentanan total terhadap bahaya erupsi Gunung Merapi dari hasil analisis terdapat 42 desa yang termasuk kedalam tingkat kerentanan tinggi dan 1 desa dengan tingkat kerentanan sedang. Ini dapat disimpulkan secara garis besar Kabupaten Sleman memiliki tingkat kerentanan bencana erupsi Gunung Merapi yang tinggi. Dimana ini sangat dikhawatirkan dapat membahayakan semua aspek yang terdapat didalamnya, baik sosial, ekonomi, lingkungan dan fisik.
2. Berdasarkan hasil pengolahan transformasi *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI) pada wilayah Kabupaten Sleman yang telah dibagi menjadi 3 kelas, yaitu vegetasi, perairan, dan permukiman. Luas wilayah per kelas yang diperoleh vegetasi seluas 19.223,5 ha, perairan seluas 936,884 ha, dan permukiman seluas 11.137,938 ha. Dimana hasil permukiman ini masih bercampur dengan lahan kosong dan pasir. Berdasarkan hasil ekstraksi permukiman diperoleh hasil luasan permukiman per desa. Permukiman paling padat terdapat pada Desa Hargobinangun Kecamatan Pakem dengan luas 822,005 ha dan permukiman paling jarang terdapat pada Desa Merdikorejo Kecamatan Tempel dengan luas 11,459 ha. Hasil pengolahan transformasi NDBI ini setelah dilakukan pengecekan menggunakan matriks konfusi diperoleh hasil overall accuracy sebesar 88,5246%. Hasil tersebut memenuhi syarat nilai *overall accuracy* yaitu harus lebih besar dari 80%.
  3. Berdasarkan hasil dari kerentanan bahaya erupsi Gunung Merapi dan sebaran permukiman yang diperoleh melalui proses transformasi NDBI dapat disimpulkan luas permukiman dengan luasan tertinggi dan memiliki tingkat kerentanan tinggi adalah Desa Wedomartani Kecamatan Ngemplak seluas 648,283 ha. Luasan permukiman yang berada pada tingkat kerentanan tinggi seluas 10.931,752 ha, sedangkan luasan permukiman yang berada pada tingkat kerentanan sedang seluas 206,186 ha dari total luas wilayah penelitian sebesar 31.298,449 ha. Apabila dikalkulasi dalam bentuk persentase, persentase kerentanan sedang sebesar 0,659% dan kerentanan tinggi sebesar 34,927% dari total luas wilayah penelitian. Namun, apabila dilihat dari hasil transformasi NDBI yang di *overlay* dengan hasil pengolahan kerentanan bencana erupsi Gunung Merapi hampir seluruhnya berada pada kerentanan tingkat tinggi yaitu 98,149% dan kerentanan tingkat sedang sebesar 1,851% dari total luasan permukiman. Sehingga dapat disimpulkan sekitar 100% kawasan permukiman di Kabupaten Sleman yang terdapat pada kawasan rawan bencana (KRB) I, II, dan III berisiko tinggi terkena dampak erupsi Gunung Merapi.

## V.2 Saran

Adapun saran yang dapat diajukan berdasarkan hasil penelitian untuk penelitian selanjutnya, yaitu :

1. Saat akan melakukan penelitian dengan tema kerentanan bencana sebaiknya terlebih dahulu cermati dan cari referensi sebanyak mungkin mengenai studi kasus yang akan diambil sehingga mengetahui indikator-indikator apa saja yang dapat digunakan sebagai penyusun peta kerentanan.
2. Indikator kerentanan lingkungan apabila mengacu pada rumusan BNPB harus disesuaikan dengan keadaan lapangan gunungapi.
3. Klasifikasi kelas transformasi NDBI bisa disesuaikan dengan keadaan studi kasus, terutama pemisahan kelas permukiman dan lahan kosong.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aditya, T., dkk. 2010. *Visualisasi Risiko Bencana Dalam Peta*. Yogyakarta : Provincial Project management Unit (PPMU) DI. Yogyakarta.
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. 2012. *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 02 Tahun 2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana*. BNPB. Jakarta.
- Bhatti, S.S. dan N. K. Tripathi. 2014. *Built-up Extraction Using Landsat 8 OLI Imagery*. Article in GIScience and Remote Sensing 51 (4) Hal 445-447.
- Idtesis. 2014. *Kerentanan*. <https://idtesis.com/kerentanan/>, diakses pada 05 Januari 2017.
- Iswanto, P.A. 2008. *Urban Heat Island di Kota Pangkalpinang Tahun 2000 dan 2006*. Depok. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Departemen Geografi Universitas Indonesia.
- Kardinasari, N. N. 2014. *Tingkat Kerentanan Bencana Letusan Gunung Api Galunggung di kabupaten Tasikmalaya*. Jakarta : Universitas Pendidikan Indonesia.
- Noor, J. 2014. *Pengantar Mitigasi Bencana*. Yogyakarta : Deepublish.
- Petrasawacana. 2011. *Konsep Pemetaan Risiko Bencana*. <https://petrasawacana.wordpress.com/2011/02/20/konsep-pemetaan-risiko-bencana/>, diakses pada 05 Januari 2017.
- SITH. 2012. *Buku II (Metode Verifikasi Lapangan)*. Bandung : Institut Teknologi Bandung Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati.
- Susilo, A. N. dan Iwan Rudiarto. 2014. *Analisis Tingkat Risiko Erupsi Gunung Merapi terhadap Permukiman di Kecamatan Kemalang, Kabupaten Klaten*. Semarang : Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Diponegoro.
- Suwarsono dan M. Rokhis K. 2014. *Buku Prosiding : Deteksi Wilayah Permukiman Pada Bentuk Lahan Vulkanik menggunakan Citra Landsat-8 OLI Berdasarkan Parameter Normalized Difference Built-up Index (NDBI)*. Hal 345-356. LAPAN.

Wijaya, A.M. 2012. *Data Quality Self Assessment (DQS) – Penilaian Mandiri Kualitas Data Rutin (PMKDR) Sistem Informasi Kesehatan*. <https://www.infodokterku.com/index.php/en/82-daftar-isi-content/data/data/79-dataquality-self-assessment-dqs-atau-penilaian-mandiri-kualitas-data-rutin-pmkdr-atau-sistem-informasi-kesehatan>, diakses pada 19 Januari 2018.

Wikipedia. 2016. *Gunung Merapi*. [https://id.wikipedia.org/wiki/Gunung\\_Merapi](https://id.wikipedia.org/wiki/Gunung_Merapi), diakses pada 20 Desember 2016.