

Analisis Perubahan Tata Guna Lahan Pasca Gempa Palu Berdasarkan Indeks Vegetasi dari Citra Satelit *Landsat 8* Menggunakan Teknik *Supervised Classification* dalam Sistem Informasi Geografi

Astriyer J. Nahumury ¹⁾

¹⁾ Program Studi Teknologi Rekayasa Multimedia, Politeknik Bhakti Semesta, Salatiga
Email: astriyer@bhaktisemesta.ac.id ¹⁾,

Abstrak

Gempa bumi berkekuatan 7,4 skala Richter yang mengguncang bagian Utara dan Barat Pulau Sulawesi menimbulkan banyak korban, baik secara material maupun jiwa. Kerugian material yang terjadi mengakibatkan hilangnya lahan terbuka di daerah bencana. Hal ini disebabkan oleh gempa yang diikuti oleh fenomena likuefaksi, yang mengakibatkan hilangnya kekuatan tanah. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan tata guna lahan pasca gempa Palu, khususnya di wilayah Palu Timur, melalui analisis deteksi perubahan (*Change Detection Analysis*) menggunakan indeks vegetasi dari citra satelit *Landsat 8* dengan metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*). Hasil penelitian menunjukkan perbedaan luas area klasifikasi terbimbing sebelum dan sesudah gempa. Sebelum gempa, luas vegetasi rendah tercatat sebesar 1.458.000 m², sedangkan setelah gempa meningkat menjadi 3.743.900 m². Artinya, luas vegetasi rendah meningkat sebesar 2.467% setelah gempa. Penelitian ini juga menghasilkan peta baru berupa peta NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) dan hasil klasifikasi terbimbing sebagai data untuk membandingkan perubahan tata guna lahan sebelum dan sesudah gempa.

Kata kunci—Lansat 8, NDVI, *Supervised classification*, *Change Detection Analysis*, Tata Guna Lahan

Abstract

An earthquake with a magnitude of 7.4 on the Richter scale that struck the northern and western parts of Sulawesi Island caused significant casualties, both in terms of material losses and human lives. The material damage resulted in the loss of open land in the affected areas. This was due to the earthquake being followed by a liquefaction phenomenon, which led to a loss of soil strength. Based on this, this study aims to evaluate land-use changes after the Palu earthquake, particularly in the eastern Palu region, through *Change Detection Analysis* using vegetation indices derived from *Landsat 8* satellite imagery with the supervised classification method. The research findings indicate a significant difference in the supervised classification area before and after the earthquake. Before the earthquake, the area of low vegetation was recorded at 1,458,000 m², whereas after the earthquake, it increased to 3,743,900 m². This means that the low vegetation area increased by 2,467% following the earthquake. Additionally, this study produces a new map in the form of an NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) map and supervised classification results, which serve as data for comparing land-use changes before and after the earthquake.

Keywords—Lansat 8, NDVI, *Supervised classification*, *Change Detection Analysis*., Land Use

I. PENDAHULUAN

Gempa Bumi disertai tsunami di Sulawesi merupakan peristiwa gempa bumi berkekuatan 7,4 menurut skala Richter [1][2] yang diikuti dengan tsunami yang melanda Pulau Sulawesi bagian barat dan utara pada tanggal 28 September 2018 pada pukul 18.02 WITA. Pusat gempa berada pada 26 KM utara Donggala dan 80 KM Barat Kota Palu pada kedalaman 10 km. Gempa tersebut memicu tsunami hingga ketinggian 5 sampai 6 meter di kota Palu [3][4]. Penyebab terjadinya Tsunami di bagian teluk Palu

disebabkan adanya longsor sedimen dasar laut di kedalaman 200-300 meter [5]. Akibat guncangan gempa bumi tersebut muncul gejala *likuefaksi* (pencairan tanah) yang memakan korban jiwa dan material [6][7]. Pencairan tanah atau *likuefaksi* tanah merupakan fenomena yang terjadi ketika tanah yang jenuh atau agak jenuh kehilangan kekuatan dan kekuatan akibat adanya tegangan misalnya getaran gempa bumi atau perubahan ketegangan lainnya secara mendadak sehingga tanah padat berubah wujud menjadi cairan atau air berat [8]. Dua tempat yang paling nyata mengalami bencana ini adalah kelurahan Petobo dan Permunas Balora di Kota Palu [9]. Lumpur muncul dari bawah permukaan tanah dan menggeser tanah hingga puluhan meter dan akhirnya menenggelamkan bangunan dan korban hidup-hidup [10]. Menurut data, likuefaksi yang terjadi di Perumnas Balaroa menenggelamkan sekitar 1.747 unit rumah; sementara di Kelurahan Petobo sekitar 744 unit rumah tenggelam. Jumlah korban jiwa tercatat BPNP mencapai 1374 jiwa dan 113 orang hilang serta beberapa jenazah yang masih tertimbun sehingga masih belum diketahui jumlahnya [11].

Dengan terjadinya bencana alam (*likuefaksi*) dampak besar yang ditimbulkan adalah terjadinya perubahan tata guna lahan pada wilayah dampak gempa. Maka pada penelitian ini akan dilakukan analisis perubahan tata guna lahan dengan menggunakan data index vegetasi [12] yang di-*extrasi* dari citra satelit Landsat 8 kota Palu. Wilayah penelitian akan berkisar pada wilayah kecamatan Palu Timur, Kecamatan Palu Selatan, Kecamatan Sigi Biromaru dan kecamatan Mantikulore. Daerah ini dipilih karena mengalami dampak gempa yang sangat terasa. Waktu pengambilan citra antara tanggal 1 Agustus 2018 hingga tanggal 1 November 2018 [13][14]. NDVI akan digunakan melihat perubahan tata guna lahan di Kota Palu Timur. *Normalized difference vegetation index (NDVI) based comparison using multi date satellite data methods proposed for change detection in land use and land cover* [15][16][17]. Maka dengan menganalisis NDVI tersebut tujuan dari penelitian ini adalah untuk memeberikan analisis perbedaan tata guna lahan berdasarkan index vegetasi antara sebelum dan sesudah gempa terjadi di Palu.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian ini tidak terlepas dari penelitian yang terdahulu yang digunakan sebagai bahan acuan dalam penelitian, penelitian tersebut yakni:

Analysis of land use-land covers changes using normalized difference vegetation index (NDVI) differencing and classification methods. Dalam penelitian ini disajikan perubahan tata guna lahan di Ardakan, Iran menggunakan Citra Landsat ETM+ dari tahun 1990 hingga tahun 2006. Langkah pertama diberikan perbedaan berbasis citra NDVI pada daerah penelitian dan dikalkulasi sehingga menunjukkan daerah dengan 10% kenaikan atau penurunan nilai NDVI. Dari hasil tersebut, didapat 18,83% nilai NDVI wilayah telah menurun sekitar 10% dari tahun 1990 hingga 2006, sementara hanya 1,38% yang meningkat pada periode waktu yang sama. Pada tahap kedua klasifikasi dilakukan dan output dari dua periode waktu dibandingkan untuk memperoleh informasi tentang perubahan yang terjadi selama periode waktu tertentu. Selama periode penelitian, daerah perkotaan meningkat dari 10,68% dari total lahan pada tahun 1990 menjadi 17,16% pada tahun 2006 sedangkan, lahan pertanian menurun dari 30,15 menjadi 21,76% pada periode yang sama [18].

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Based Classification to Assess the Change in Land Use/Land Cover (LULC) in Lower Assam, India. Dalam penelitian ini, klasifikasi berbasis NDVI menunjukkan tentang perubahan signifikan dalam tutupan lahan penggunaan lahan antara tahun 1990 dan 2014 pada daerah Lower Asam India. Ditemukan adanya perubahan pada area tutupan hutan di mana sekitar 113 km² (2,9%) hutan telah terdegradasi dan sekitar 115,4 km² luas lahan basah telah hilang antara tahun 1990 dan 2014 [19].

Analisis Index Vegetasi Pesisir Pantai Aceh Pasca Tsunami Menggunakan Citra Satelit Landsat 7 Dan Landsat 8 Dengan Metode Clustering Algoritma K-Means. Hasil analisis penelitian ini menunjukkan

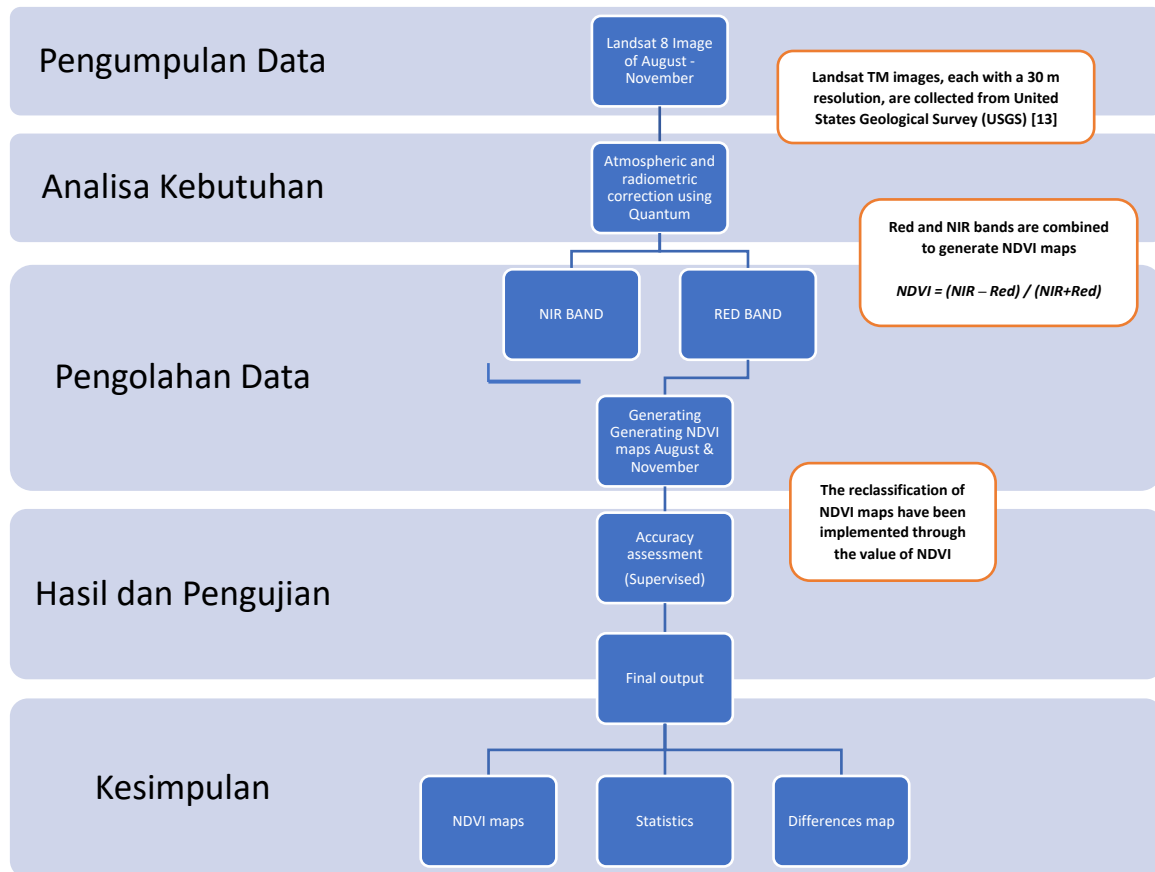
bahwa adanya perbedaan sebelum dan sesudah Gempa Aceh pada tahun 2004. Akibat Gempa tersebut setelah dilakukan analisis NDVI menggunakan citra landsat 7 dan 8 didapatkan hasil terjadi pelebaran lahan vegetasi dan pemukiman yang begitu besar karena adanya perubahan lahan tandus dan bebatuan yang berubah menjadi lahan hijau. Hal tersebut didukung dengan adanya data BPS jumlah penduduk dari 2004 ke 2005 mengalami peningkatan sebesar 4,1% begitu pula dengan luas lahan produksi padi yang juga mengalami peningkatan sebesar 20,4%. Wilayah pesisir pantai pun semakin lebar dengan adanya daerah air dangkal [20].

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan maka dalam penelitian ini akan dilakukan Analisa perbandingan tata guna lahan pasca gempa dan sebelum gempa Palu pada index vegetasi citra satelit landsat 8 menggunakan metode *supervised*

III. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam menganalisis tata guna lahan di kota Palu terdiri dari beberapa tahapan yakni, 1). Pengumpulan data, 2) Analisa Kebutuhan, 3) Pengolahan data, 4) Hasil dan Pengujian, 5) Kesimpulan. Tahapan penelitian pada Gambar 1 dapat dijelaskan sebagai berikut:

- 1) Pengumpulan Data; Tahapan ini melakukan pengumpulan data berupa literatur terkait dengan data delapan di daerah kota Palu data literatur mengenai proses analisa indeks vegetasi dengan menggunakan data landsat 8. Data yang digunakan dalam penelitian ini yakni citra landsat 8, data *shapefile* (SHP) kecamatan, SHP wilayah administratif desa/kecamatan, dan literatur jurnal yang berkaitan dengan penelitian (NDVI). Pemilihan Area of Interest (AOI) dalam penelitian ini didasarkan pada beberapa pertimbangan utama. Wilayah yang menjadi fokus penelitian adalah Kota Palu, terutama daerah yang terdampak signifikan akibat gempa bumi berkekuatan 7,4 SR pada tahun 2018. Wilayah kecamatan Palu Timur, Kecamatan Palu Selatan, Kecamatan Sigi Biromaru dan kecamatan Mantikulore, yang mengalami perubahan besar dalam tata guna lahan akibat fenomena likuefaksi. Fenomena ini menyebabkan pergeseran tanah masif, mengakibatkan hilangnya struktur lahan dan perubahan signifikan pada vegetasi serta tutupan lahan. Area of Interest mempertimbangkan aksesibilitas dan ketersediaan data. Citra satelit Landsat 8 dipilih karena memiliki resolusi spasial yang sesuai untuk analisis perubahan tata guna lahan menggunakan NDVI. Dengan menggunakan pendekatan *Change Detection Analysis*, penelitian ini dapat membandingkan kondisi tata guna lahan sebelum dan setelah gempa dengan lebih akurat.
- 2) Analisa Kebutuhan; Tahapan ini melakukan analisa mengenai kebutuhan apa saja yang dibutuhkan dalam penelitian ini.
- 3) Pengolahan data; Tahap ini melakukan pengolahan data citra satelit yang akan digunakan dalam analisa indeks vegetasi di Kota Palu. Pengolahan data menggunakan Qgis beserta plug-in yang diperlukan.
- 4) Pada tahap ini, dilakukan pengujian dan analisis NDVI terhadap hasil metode yang digunakan dengan membandingkan hasil analisis menggunakan GIS dengan data statistik yang telah diperoleh sebelumnya yakni sebelum (Pra-Gempa) gempa Palu. Analisis deteksi perubahan pada vegetasi rendah akan dibandingkan dengan data sekunder (citra Landsat 8) sebelum gempa terjadi, sehingga dapat memberikan gambaran perubahan indeks vegetasi di area tersebut.
- 5) Kesimpulan; Tahapan ini akan memaparkan seluruh hasil penelitian yang sudah dilakukan yang merupakan informasi perbedaan wilayah yang terdampak bencana.



Gambar 1. Bagan Penelitian

a. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)

Indeks vegetasi atau NDVI adalah indeks yang menggambarkan tingkat kehijauan suatu tanaman. Indeks vegetasi merupakan kombinasi matematis antara band merah dan band NIR (*Near-Infrared Radiation*) yang telah lama digunakan sebagai indikator keberadaan dan kondisi vegetasi [21]. Perhitungan NDVI didasarkan pada prinsip bahwa tanaman hijau tumbuh secara sangat efektif dengan menyerap radiasi di daerah spektrum cahaya tampak (PAR atau *Photosynthetically Aktif Radiation*), sementara itu tanaman hijau sangat memantulkan radiasi dari daerah inframerah dekat [22]. Konsep pola *spektral* di dasarkan oleh prinsip ini menggunakan hanya citra band merah adalah sebagai berikut:

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

Dimana:

NIR = radiasi inframerah dekat dari *piksel*.

Red = radiasi cahaya merah dari *piksel*

Nilai NDVI berkisar dari -1 (yang biasanya air) sampai +1 (vegetasi lebat)

Untuk Pembagian objek berdasarkan nilai NDVI dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Spesifikasi Teknis Landsat 8 Pembagian Objek berdasarkan Nilai NDVI [23]

No	Kelas	NDVI	
		Rataan	Kisaran
1	Lahan terbuka	0,363	0,020 – 0,487
2	Perkebunan	0,567	0,320 – 0,736
3	Pemukiman	0,136	-0,073 – 0,532
4	Industri	0,089	0,028 – 0,425

5	Tegalan	0,369	0,222 – 0,505
6	Sawah	0,256	-0,105 – 0,538
7	Air	0,081	-0,103 – 0,569

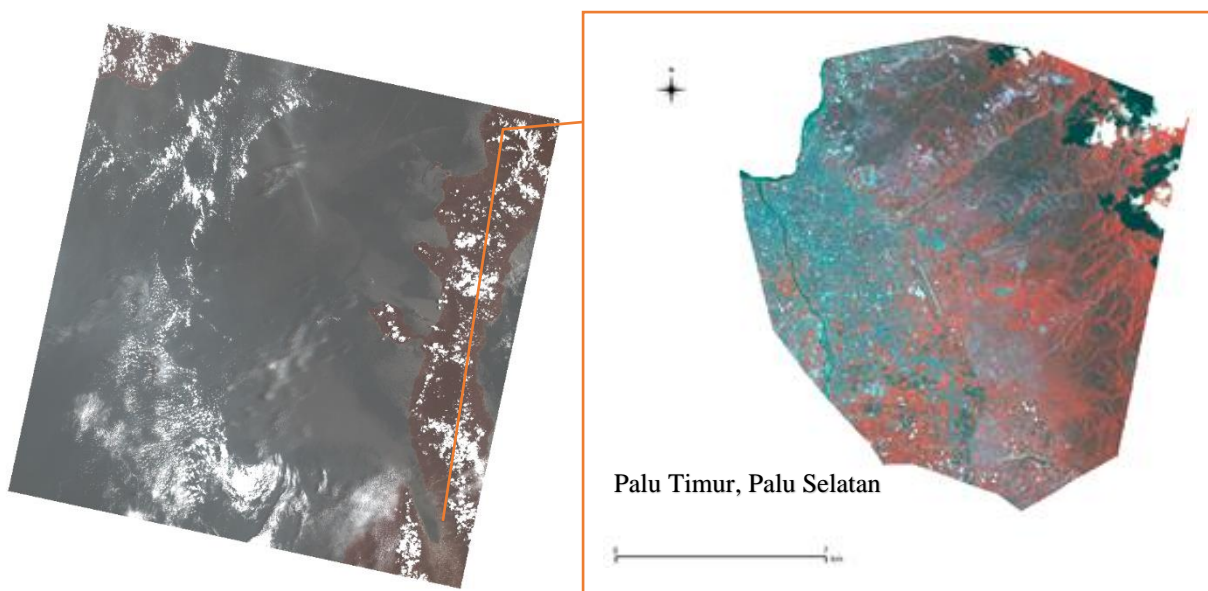
Didalam penelitian ini akan terlihat interpretasi Nilai NDVI dari rendah hingga tinggi, intrepertasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Interpretasi Nilai NDVI [24]

Kategori	Rentang Nilai
Vegetasi sangat rendah (Tanah gundul, pasir, batuan, Air, Salju, Awan Tebal)	-1 to 0.1
Vegetasi rendah (rumput, semak jarang)	0.1 to 0.3
Vegetasi sedang (semak rapat, perkebunan)	0.3 to 0.6
Vegetasi tinggi (hutan lebat, sawah produktif)	0.6 to 1

b. Citra Landsat 8

Program Landsat adalah sebuah program paling lama untuk mendapatkan citra Bumi dari luar angkasa. Satelit Landsat pertama diluncurkan pada tahun 1972; yang paling akhir Landsat 8, diluncurkan tanggal 11 Februari 2013 dan masih berfungsi. Gambar yang diarsipkan di Amerika Serikat dan di stasiun penerima Landsat di seluruh dunia, merupakan sumber untuk penelitian dan aplikasi perubahan global di bidang pertanian, kartografi, geologi, kehutanan, perencanaan wilayah, pengawasan dan pendidikan, dan dapat dilihat melalui Situs U.S. Geological Survey (USGS) [13]. Pada penelitian area penelitian adalah Palu Timur dan citra landsat yang akan dipakai adalah citra landsat 8. Waktu Pengambilan citra Palu Timur adalah pada akusisi 1 Agustus 2018 sampai 1 November 2018 yakni sebelum dan sesudah gempa beserta tsunami pada tanggal 28 September 2018. Data diolah menggunakan QGIS 2.18.25. Citra Kota Palu Timur dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Citra Landsat 8

Supervised Learning adalah tugas pembelajaran mesin untuk mempelajari fungsi yang memetakan *input* ke *output* berdasarkan contoh pasangan input-output [25]. *Supervised Learning* mengambil fungsi dari data *training* berlabel dari contoh set *training* [26]. *Supervised Learning* algoritma menganalisis data *training* dan menghasilkan fungsi yang kemudian digunakan untuk memetakan data yang baru. Dilakukan

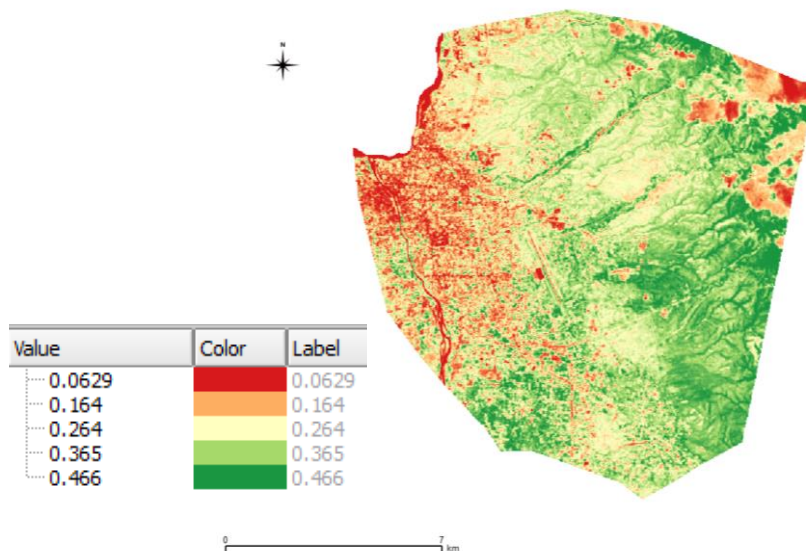
penggabungan Band 4, Band 5, Band 6 dan diatur pola RGB sesuai dengan band sehingga memiliki perbedaan warna antar object. Dalam tahap ini dilakukan analisis *Supervised Classification* tata guna lahan yang kemudian dibandingkan dengan hasil NDVI sehingga *threshold* NDVI dapat secara tepat dipertanggungjawabkan. Penentuan AOI (*Area of Interest*) dilakukan berdasarkan hasil pengamatan di lapangan menggunakan *Google Earth*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah Citra Landsat 8. Akusisi data dilakukan dari bulan Agustus 2018 (sebelum bencana) hingga bulan November 2018 (pasca bencana) di Kota Palu untuk melihat perubahan Index Vegetasi yang terjadi setelah terjadinya bencana di Kota Palu.

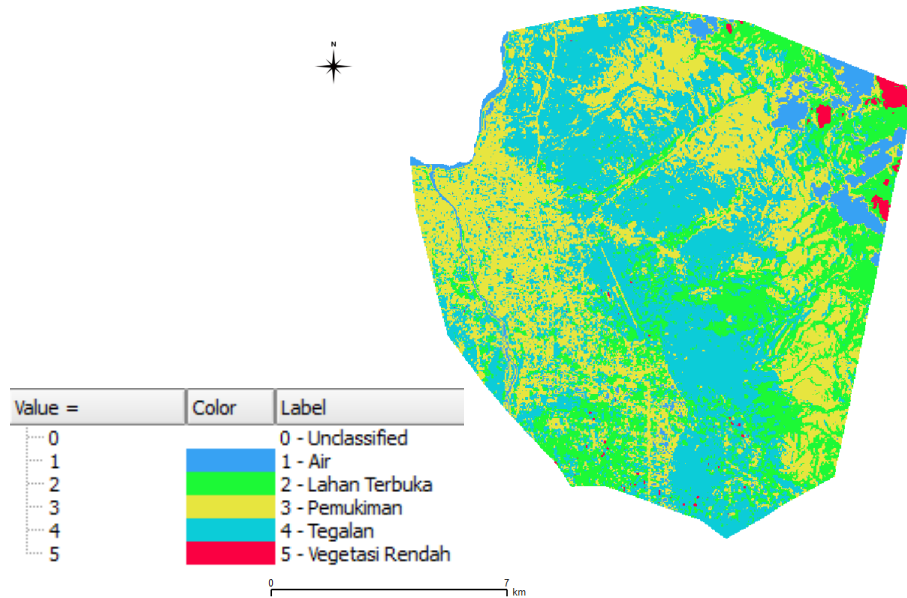
a. *Palu Timur Pre Gempa*

Perhitungan NDVI Palu Timur pada Lansat 8 diakusisi pada 23 September 2018, hasil kalkulasi Raster Band 5 dan Band 4 dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. NDVI Palu Timur Pre Gempa

Berdasarkan Gambar 3, sebaran nilai kerapatan vegetasi di daerah Palu Utara yang diperoleh dari perhitungan analisis raster NDVI berada pada rentan 0.0629 hingga 0.466 dimana diklasifikasikan ke dalam kelas. NDVI memiliki nilai berkisar antara -1.0 hingga +1.0. Nilai yang lebih besar dari 0.1 biasanya menandakan peningkatan derajat kehijauan dan intensitas dari vegetasi. Nilai diantara 0 dan 0.1 umumnya merupakan karakteristik dari bebatuan dan lahan kosong, nilai yang kurang dari 0 mengindikasikan awan, es, dan salju. Permukaan vegetasi memiliki rentang nilai NDVI 0.1 untuk lahan padang rumput dan semak belukar hingga 0.8 untuk daerah hutan hujan tropis [27]. Pada Gambar 3 nilai 0.0629 dapat diindikasikan sebagai vegetasi rendah yakni bangunan, perumahan, gedung, awan atau air sedangkan nilai vegetasi 0.466 dapat berupa lahan hijau, lahan terbuka. Range antara nilai 0.0629 – 0.466 diperlukan AOI memakai google map untuk melihat secara tepat termasuk kedalam kelompok apakah pixel tersebut. Penentuan AOI memerlukan *supervised classification*, Gambar 4 merupakan hasil klasifikasi *supervised*.



Gambar 4. *Supervised Classification*

Berdasarkan Gambar 4, klasifikasi di buat berdasarkan 5 kelas yakni air, lahan terbuka, pemukiman, tegalan dan vegetasi rendah. Didalam klasifikasi ini meskipun air termasuk ke dalam jenis vegetasi rendah namun, air dengan sengaja dibuat klasifikasi berbeda sehingga, object yang memiliki kerapatan vegetasi yang rendah dapat teridentifikasi. Dimana yang termasuk vegetasi rendah adalah bebatuan, tanah, maupun awan. Berdasarkan Gambar 4 hasil klasifikasi Supervised dibuat tabel summary yang dapat dilihat pada Tabel 1.

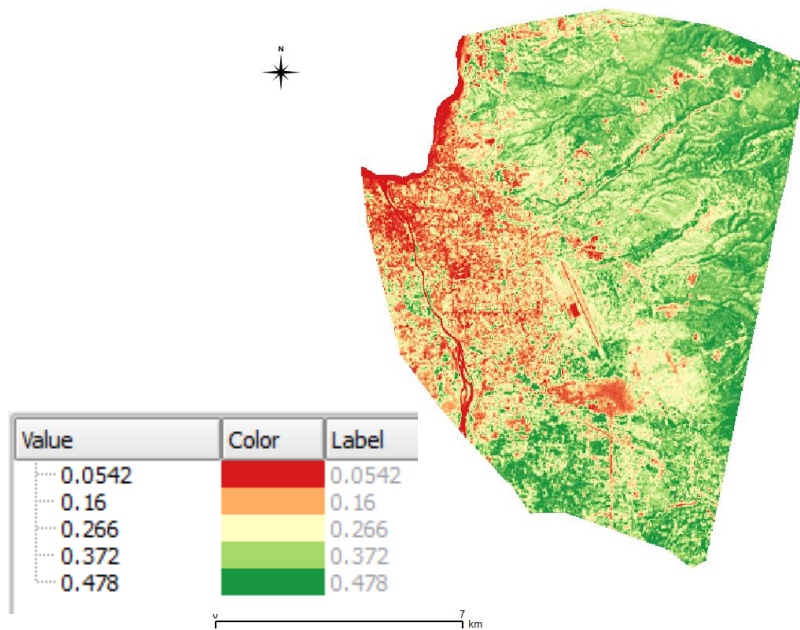
Tabel 1. *Summary Superfised Classification*

<i>Class</i>	<i>PixelSum</i>	<i>Percentage %</i>	<i>Area [m²]</i>
<i>Air</i>	7530	4.062913103	6777000
<i>Lahan Terbuka</i>	40019	21.59279143	36017100
<i>Pemukiman</i>	64216	34.64860928	57794400
<i>Tegalan</i>	71950	38.82159333	64755000
<i>Vegetasi Rendah</i>	1620	0.874092859	1458000

Pada Tabel 1 *class* Tegalan memiliki nilai yang lebih tinggi dari *class* yang lainnya dimana memiliki luas area sebanyak 64755000 m², dengan luas vegetasi rendah hanya 1458000 m². Hal ini mengindikasi bahwa Palu Timur pada saat sebelum Gempa terjadi pada tanggal 28 September 2018 memiliki kerapatan vegetasi yang cukup baik.

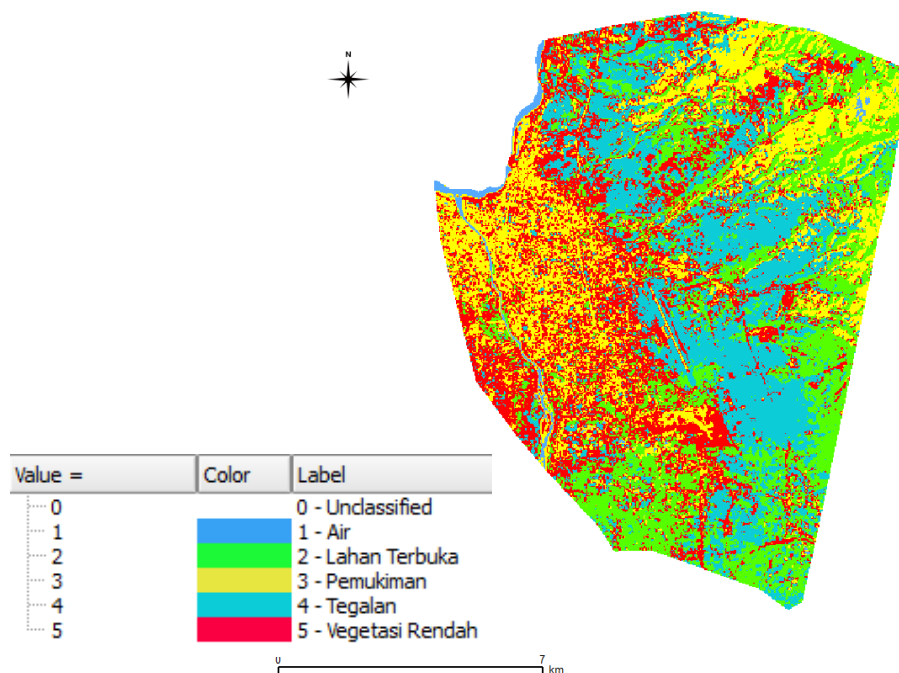
b. Palu Timur Pasca Gempa

Perhitungan NDVI Palu Timur pada landsat 8 diakusisi 25 Oktober 2018, hasil raster Band 5 dan Band 4 dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. NDVI Palu Timur Pasca Gempa

Berdasarkan Gambar 5, nilai NDVI dibagi menjadi 5 klasifikasi berdasarkan nilai kerapatan vegetasi tertinggi hingga terendah. Nilai vegetasi tertinggi yakni pada 0.478 sedangkan vegetasi rendah berada pada 0.0542. Nilai 0.0542 dapat diindikasikan sebagai bangunan, perumahan, air, tanah maupun awan. Sedangkan nilai dengan vegetasi tertinggi 0.478 dapat berupa pohon, hutan atau lahan. Berdasarkan nilai NDVI tersebut dilakukan supervised klasifikasi yang terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. *Supervised Classification* Pasca Gempa

Pada Gambar 6, klasifikasi supervised dilakukan memakai bantuan *google earth* untuk mengetahui objek pada landsat. Sehingga dibagi menjadi 5 klasifikasi yakni Air, Lahan Terbuka, Pemukiman, Tegalan dan

Vegetasi Rendah. Dalam klasifikasi ini vegetasi rendah dapat berupa tanah maupun pasir. Hasil klasifikasi secara angka dapat dilihat pada Tabel 2.

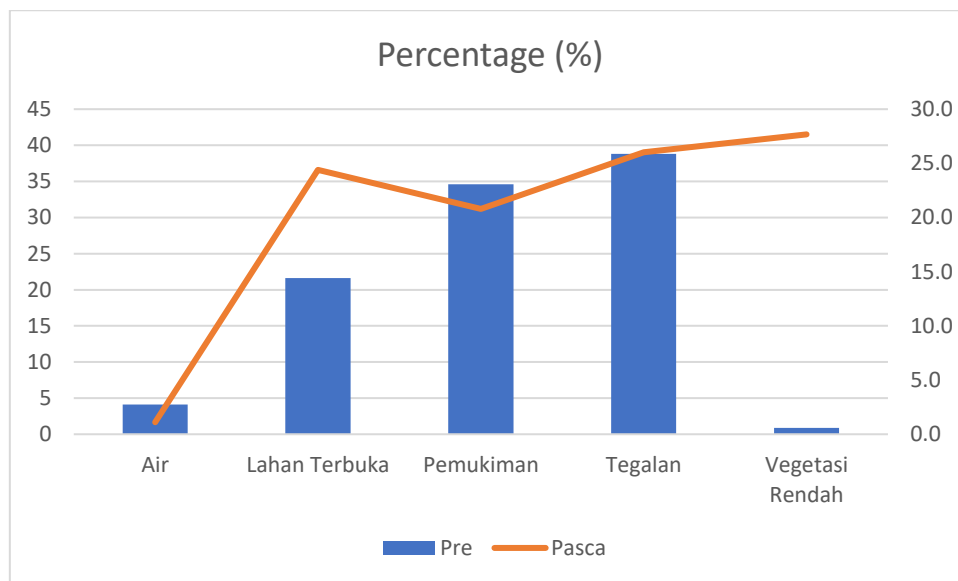
Tabel 2. *Summary Superfised Classification*

Class	PixelSum	PersentaGe (%)	Area (m2)
Air	1663	1.106483206	1496700
Lahan Terbuka	36660	24.39186672	32994000
Pemukiman	31263	20.80095279	28136700
Tegalan	39119	26.02797147	35207100
Vegetasi Rendah	41591	27.67272582	37431900

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa area Vegetasi Rendah memiliki nilai yang tertinggi yakni 37431900 m², tegalan pada 35207100 m², lahan terbuka 32994000 m², Tegalan 37431900 m² dan Air 1496700 m².

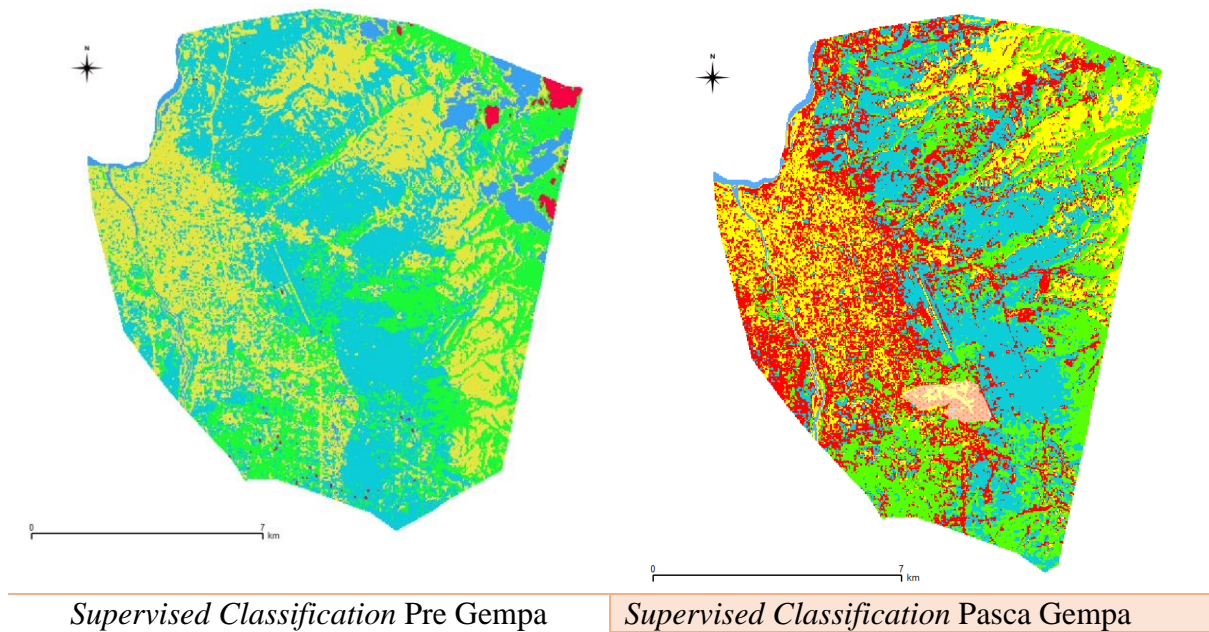
c. Perbandingan *Supervised Classification* Pasca dan Pre Gempa

Setelah dilakukan klasifikasi secara supervised dengan menggunakan bantuan *google map*, dihasilkan data pada tiap klasifikasi (pre & Pasca). Hasil perbandingan klasifikasi Supervised Psca dan Pre Gempa dapat dilihat pada Gambar 7.



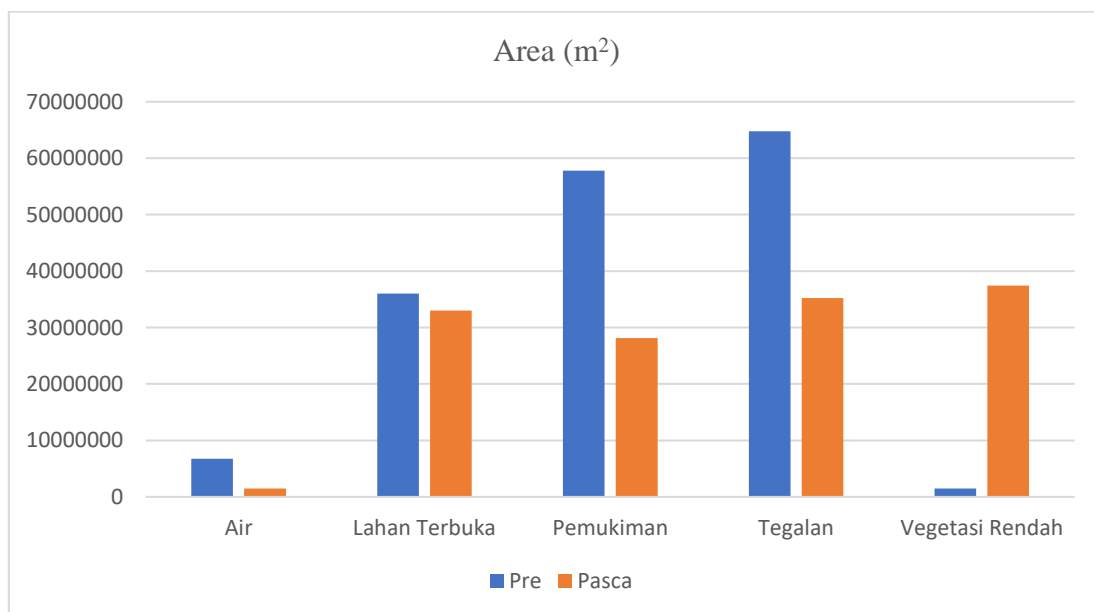
Gambar 7. *Supervised Classification* grafik perbandingan Pre dan Pasca Gempa

Berdasarkan Gambar 7, dapat dilihat adanya perubahan drastis vegetasi rendah antara sebelum dan sesudah gempa. Dengan nilai (%) vegetasi rendah pada sebelum gempa sebesar 0.9 dan setelah gempa sebesar 27.7 %. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 8 sebagai hasil perbandingan *supervised* sebelum dan sesudah gempa.



Gambar 8. Perbandingan 2 *Supervised* Akusisi Pre dan Pasca Gempa

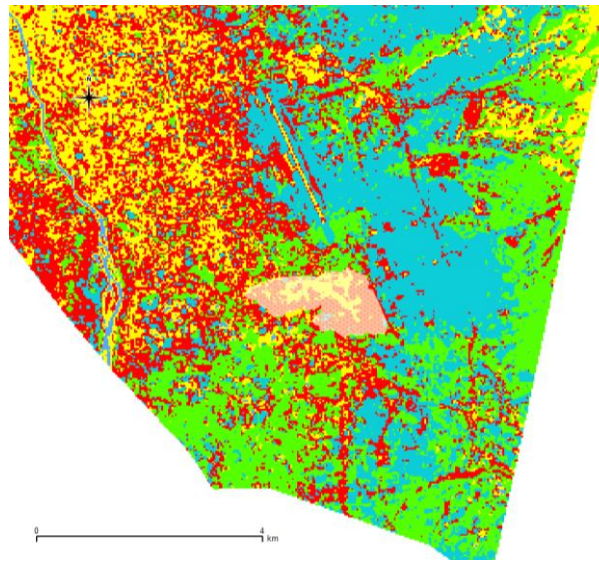
Pada Gambar 8, daerah yang diarsir merupakan daerah yang terlihat jelas dampak Gempa yang terjadi di Palu Timur. Daerah tersebut merupakan desa Petobo (Gambar 10) yang mengalami *likuifaksi* pada saat gempa hilangnya kekuatan rekat atau daya kohesifitas pada sedimen yang tidak kompak (unconsolidated sediments) pada zona jenuh air akibat getaran yang disebabkan oleh gelombang S (S-waves) gempa bumi. Terlihat perbedaan signifikan kerapatan vegetasi antara sebelum dan sesudah terjadi gempa sehingga berkurangnya daerah lahan terbuka maupun daerah tegalan yang ada pada Palu Timur. Perbedaan tersebut dapat dilihat pada Gambar 9 yang merupakan Grafik jumlah area yang dihitung berdasarkan 5 klasifikasi. Keterangan grafik area klasifikasi dimuat dalam meter (m^2).



Gambar 9. Grafik perbedaan klasifikasi supervised dalam area

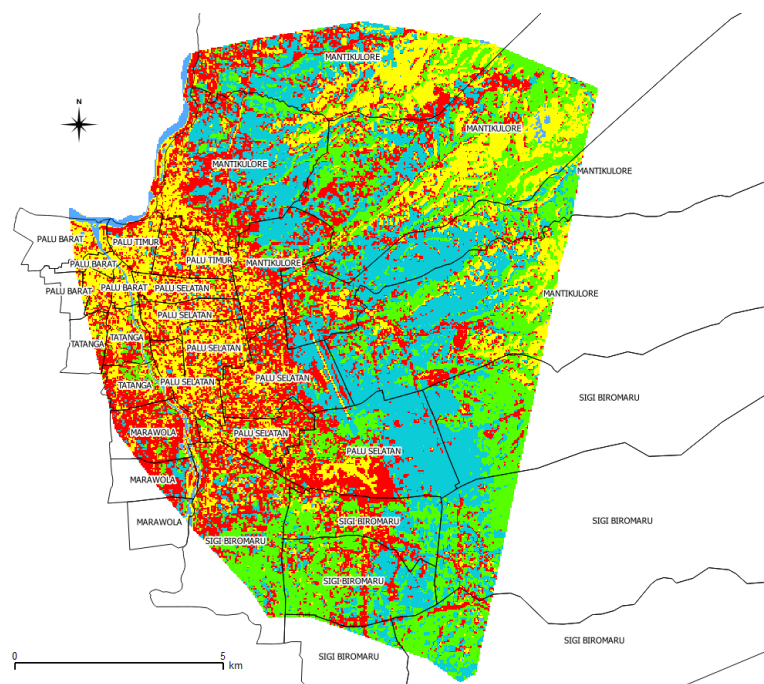
Berdasarkan Gambar 9, klasifikasi air mengalami pengurangan area sebesar $5280300 m^2$, lahan terbuka sebesar $3023100 m^2$, pemukiman sebesar $29657700 m^2$, tegalan sebesar $29547900 m^2$, sedangkan luas

daerah vegetasi rendah mengalami peningkatan sebesar 25973900 m² diakibatkan terjadinya gempa yang memporak-porandakan Palu.



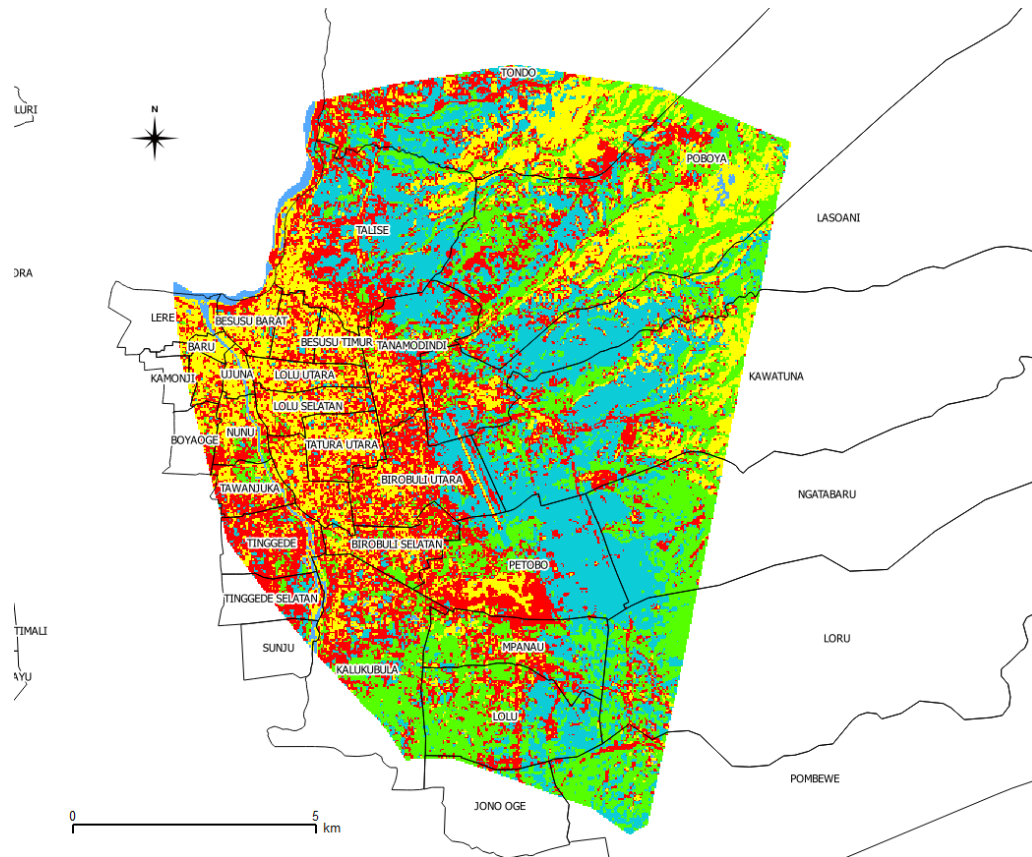
Gambar 10. Daerah Likuefaksi Kec. Petobo

Setelah diketahui daerah kerusakan gempa, dilakukan *overlay* peta dengan peta wilayah administratif untuk menunjukkan wilayah kecamatan atau desa mana saja yang terdampak gempa. Peta overlay wilayah administratif dapat dilihat pada Gamba 11.



Gambar 11. Overlay berdasarkan kecamatan

Dari peta Gambar 11, daerah yang terdampak bencana ada pada kecamatan Palu Timur, Palu Selatan, Kecamatan Sigi Biromaru dan kecamatan Mantikulore. Sedangkan berdasarkan peta wilayah desa dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Overlay berdasarkan desa

Besusu Barat, Besusu Timur, Tanamodindi, Birobuli Utara dan Birobuli Selatan merupakan desa yang terlihat jelas dampak bencana. Namun Desa Petobo yang mengalami dampak parah akibat terjadinya *Likuefaksi*.

Jika ditarik lebih jauh ke periode pascagempa, perubahan tata guna lahan di Palu tidak hanya dipengaruhi oleh gempa dan likuefaksi, tetapi juga oleh faktor lain seperti aktivitas manusia, perubahan lingkungan, dan kebijakan tata ruang. Relokasi penduduk, pembangunan infrastruktur, serta eksploitasi sumber daya alam mengubah lahan pertanian dan vegetasi menjadi kawasan permukiman dan perkotaan. Selain itu, bencana susulan seperti tsunami, longsor, dan banjir turut mempercepat perubahan bentang lahan, sementara likuefaksi menyebabkan hilangnya vegetasi secara alami.

Di sisi lain, kebijakan pemerintah terkait zona merah dan rekonstruksi pascabencana juga berdampak signifikan, mengubah lahan menjadi permukiman baru atau fasilitas darurat. Namun, dalam penelitian ini, data yang disajikan merupakan perbandingan sebelum dan sesudah gempa dengan rentang waktu pengambilan data satu bulan setelah bencana. Melalui analisis data tersebut, perubahan struktur tanah akibat gempa bumi yang melanda Palu dan sekitarnya dapat terlihat dengan lebih jelas.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka penelitian dapat disimpulkan bahwa. *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) yang diterapkan pada citra landsat 8 Palu Timur dapat digunakan untuk memperoleh informasi mengenai tutupan vegetasi (tutupan lahan) dan persentase vegetasi (tutupan lahan) di wilayah penelitian.

Hasil raster NDVI pada citra landsat Palu Timur sebelum Gempa memiliki lebih banyak memiliki lahan hijau (vegetasi tinggi) dibandingkan dengan nilai NDVI pada citra landsat Palu Timur setelah Gempa. Sedangkan presentase NDVI sebelum dan sesudah Gempa terjadi perubahan sebesar 27.7%. Analisis menunjukkan adanya perbedaan area vegetasi rendah pada klasifikasi sebelum gempa dan setelah gempa. Jumlah area tersebut adalah sebesar 25.973.900 m² yang diakibatkan gempa disertai *likuifaksi*. Daerah yang terlihat jelas perbedaan index vegetasi yakni kecamatan Palu Timur, Palu Selatan, Kecamatan Sigi Biromaru dan kecamatan Mantikulore.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Mela Arnani. "Gempa 7,7 Guncang Donggala Sulteng, Berpotensi Tsunami". Kompas.com - 28/09/2018, 17:17 WIB.
- [2]. Nugroho Tri Laksono (28 September 2018). "BMKG Memutakhirkan Data Gempa Donggala 7,4 M". Detik.com. Diakses tanggal 28 September 2023.
- [3]. Eva Safitri. BNPB: Tinggi Tsunami Capai 5 Meter di Palu. Detik News Sabtu 29 September 2018, 15:06 WIB
- [4]. Nanda Perdana Putra. BNPB: Tsunami di Palu Tingginya Hampir 6 Meter. liputan6 Sabtu 29 Sep 2018, 17:26 WIB
- [5]. Fitria Chusna Farisa. "Ada Dua Penyebab Tsunami di Palu dan Donggala Menurut Para Ahli". Kompas.com 29 September 2023, pukul 12.47 WIB.
- [6]. Sartika, Resa Eka Ayu (30 September 2018). Utomo, Yunanto Wiji, ed. "Fenomena Tanah Bergerak Pasca-gempa Donggala, Samakah dengan Lapindo?". Kompas. Diakses tanggal 1 Oktober 2023.
- [7]. Rosyid A Azhar. "Aspal seperti Gelombang dan Lumpur Keluar dari Perut Bumi, seperti Mau Kiamat". Kompas 2 Oktober 2023, Pukul 07:44 WIB
- [8]. Hazen, A. (1920). "Hydraulic fill dams". Transactions of the American Society of Civil Engineers (dalam bahasa Inggris). 83: 1717–1745
- [9]. Fenomena Likuifaksi dan Tenggelamnya Rumah-Rumah di Petobo. Republika daring, edisi Selasa 2 Oktober 2018.
- [10]. Muhammad Fida Ul Haq. Muncul Lumpur Usai Gempa di Sigi Bikin Bangunan dan Pohon 'Jalan'. DetikNews Edisi Minggu 30 September 2023, 06:33 WIB.
- [11]. <https://www.bbc.com/indonesia/indonesia-45715440>. "Jumlah korban meninggal dunia gempa-tsunami Palu lebih dari 1300 orang", 3 oktober 2018. Diakses pada tanggal 2 November 2023.
- [12]. Yunhao, C., S. Peijun, L. Xiaobing, C. Jin, and L. Jing. (2006). "A combine Approach for Estimating Vegetation Cover in Urban/Suburban Enviroments From Remotely Sensed Data". Computers & Geosciences, 32, 1299-1309.
- [13]. <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- [14]. <https://libra.developmentseed.org/>
- [15]. Nielsen, A.A., Conradsen, K., and Simpson, J.J. Multivariate alteration detection (MAD) and MAF post processing in multispectral, bitemporal image data: new approaches to change detection studies. Remote Sensing of Environment. 1998. 64; 1-19.
- [16]. Stow, D.A., Chen, D.M., Parrott, R., (1996). Enhancement, identification and quantification of land cover change. In: Morain, S.A., and Lopez Barose, S.V., Raster imagery in geographical information systems. 307-312.
- [17]. Yuan, D., Elvidge, C.D., and Lunetta, R.S., (1999). Survey of multi-spectral methods for land cover change analysis. In: Lunetta, R.S., and Elvidge, C.D. Remote sensing change detection: Environmental monitoring methods and applications, Ann Arbor Press. 21-39.
- [18]. Sahebjalal, Ehsan and Dashtekian2, Kazem. (2013). Analysis of land use-land covers changes using normalized difference vegetation index (NDVI) differencing and classification methods. Academic Journal, African Journal of Agricultural Research. ISSN 1991-637X.
- [19]. Singh, Ravi Prakash., Singh, Nenha., Singh, Saumya., and Mukherjee. (2016). Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Based Classification to Assess the Change in Land Use/Land Cover (LULC) in Lower Assam, India. Cloud Publications, International Journal of Advanced Remote Sensing and GIS. ISSN 2320 - 0243.
- [20]. Tomasoa, Lyonly Evany.. and Prasetyo, Sri Yulianto Joko. (2017). Analisis Index Vegetasi Pesisir Pantai Aceh Pasca Tsunami Menggunakan Citra Satelit Landsat 7 Dan Landsat 8 Dengan Metode Clustering Algoritma K-Means. Indonesian Journal of Computing and Modeling. e-ISSN : 2598-9421
- [21]. Lillesand T.M dan R.W. Kiefer. (1997). Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Diterjemahkan : Dulbahri, Prapto Suharsono, Hartono, Suharyadi. Yogyakarta : Gajah Mada University Press
- [22]. Ryan L. (1997). Creating a Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) image Using MultiSpec. University of New Hampshire

- [23]. Febrianti,N dan Parwati Sofan. (2014). Ruang Terbuka Hijau di DKI Jakarta Berdasarkan Analisis Spasial dan Spektral Data Landsat 8. Bidang Lingkungan dan Mitigasi Bencana, Pusfatja: LAPAN
- [24]. Sahebjalal, E. & Dashtekian, K.. (2013). Analysis of land use-land covers changes using normalized difference vegetation index (NDVI) differencing and classification methods. African Journal of Agricultural Research. 8. 4614-4622. 10.5897/AJAR11.1825.
- [25]. Stuart J. Russell, Peter Norvig. (2010). Artificial Intelligence: A Modern Approach, Third Edition, Prentice Hall ISBN 9780136042594.
- [26]. Mehryar Mohri, Afshin Rostamizadeh, Ameet Talwalkar. (2012). Foundations of Machine Learning, The MIT Press ISBN 9780262018258.
- [27]. Gov Nasa. (2000). Measuring Vegetation Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). https://earthobservatory.nasa.gov/features/MeasuringVegetation/measuring_vegetation_2.php. Diakses 30 Oktober 2024.