

ANALISIS PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN AKIBAT BENCANA ALAM MENGUNAKAN CITRA LANDSAT 8

Studi Kasus di Kota Palu dan Kabupaten Donggala

Iffa Faliha Dzakiyah¹, Indah Prasasti²

Universitas Indonesia¹

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional²

E-mail: ifa.faliha@gmail.com

ABSTRAK

Kota Palu dan Kabupaten Donggala merupakan kawasan seismik aktif di Indonesia. Kawasan tersebut dilalui segmentasi sesar yang sangat berpotensi membangkitkan gempabumi yang kuat. Sesar tersebut adalah sesar Palu-Koro yang memanjang dari Palu ke arah Selatan dan Tenggara. Kerawaan gempa bumi dan tsunami di wilayah tersebut dapat dilihat pada beberapa catatan sejarah gempa bumi dan tsunami yang berlangsung sejak tahun 1927, 1938, 1968, dan 1996 (Daryono, 2011). Dewasa ini terjadinya gempabumi tektonik di Kota Palu dan Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah pada hari Jumat, 28 September 2018, jam 17.02.44 WIB memiliki kekuatan 7.7 SR dan mengalami korban bencana sebanyak 832 orang yang tercatat. Gempabumi tersebut disusul oleh tsunami yang menggenangi wilayah tersebut. Bencana alam tersebut mengakibatkan perubahan tutupan lahan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perubahan tutupan lahan di Kota Palu dan Kabupaten Donggala sebelum dan sesudah bencana alam. Objek dalam penelitian ini adalah kawasan lahan terbangun dan vegetasi. Data yang digunakan adalah Citra Landsat 8 dengan adanya *time series* yaitu bulan Mei 2018 dan Januari 2019. Perangkat lunak yang digunakan adalah ENVI 5.3 dan ArcGIS 10.5. Metode yang digunakan adalah klasifikasi pada perubahan tutupan lahan dengan teknik *Supervised Classification*. Perubahan tutupan lahan tersebut dianalisis secara spasial dan tabular. Hasil penelitian ini menyatakan bahwa perubahan tutupan lahan yaitu mengalami penurunan luas lahan terbangun akibat bencana alam di Kota Palu dan Kabupaten Donggala. Sementara, perubahan lahan terbuka dan vegetasi akibat bencana alam semakin bertambah di Kota Palu dan Kabupaten Donggala.

Kata kunci: *Perubahan Tutupan Lahan, Bencana Alam, Supervised Classification, Citra Landsat 8, Pengindraan Jauh*

ABSTRACT

Palu City and Donggala Regency are active seismic areas in Indonesia. The area is passed by fault segmentation, which has the potential to generate strong earthquakes. The name of fault is the Palu-Koro fault, which extends from Palu to the South and Southeast. The earthquake and tsunami hazard of that regions can be seen in some historical records of earthquakes and tsunamis that have taken place since 1927, 1938, 1968 and 1996 (Daryono, 2011). At this time, the tectonic earthquakes in that regions on Friday, September 28, 2018, at 17.02.44 West Indonesia Time has a magnitude of 7.7 SR and has recorded 832 disaster victims. The earthquake was followed by a tsunami that inundated the region. Natural disaster can impact to land cover changes. The purpose of this study was to determine land cover changes in that regions before and after natural disasters. The object of this research is the area of built land and vegetation. The data used are Landsat 8 Imagery with time series in May 2018 and January 2019. The software used is ENVI 5.3 and ArcGIS 10.5. The method used is the classification of land cover changes with the Supervised Classification technique. Land cover changes are analyzed spatially and tabularly. The results of this study stated that the land cover changes have decreased in the area of built land and increased in vegetation area in Palu City. Meanwhile, land cover changes have increased the area of built land and decreased vegetation in Donggala District.

Keywords: *Land Cover Changes, Natural Disasters, Supervised Classification, Landsat 8 Imagery, Remote Sensing*

PENDAHULUAN

Negara Indonesia adalah daerah rawan gempabumi karena dilalui oleh jalur pertemuan 3 lempeng tektonik, yaitu: Lempeng Indo-Australia,

lempeng Eurasia, dan lempeng Pasifik. Lempeng Indo-Australia bergerak relatif ke arah utara dan menyusup ke dalam lempeng Eurasia, sementara lempeng Pasifik bergerak relatif ke arah barat. Jalur pertemuan lempeng berada di laut sehingga

apabila terjadi gempa bumi besar dengan kedalaman dangkal maka berpotensi menimbulkan tsunami sehingga Indonesia juga rawan tsunami, yang telah terjadi di Kota Palu dan Kabupaten Donggala.

Wilayah Palu dan Donggala merupakan kawasan seismik aktif di Indonesia karena dilalui segmentasi sesar yang sangat berpotensi membangkitkan gempa bumi kuat, yaitu Sesar Palu-Koro yang memanjang dari Palu ke arah Selatan dan Tenggara. Ditinjau dari kedalaman gempa buminya, aktivitas gempa bumi di zona ini tampak didominasi oleh gempa bumi kedalaman dangkal antara 0 hingga 60 kilometer. Dengan demikian, aktivitas tersebut beresiko untuk menimbulkan tsunami.

Karakteristik wilayah Palu dan Donggala tersebut yang berpotensi gempa bumi dan tsunami terbukti dengan beberapa catatan sejarah gempa bumi dan tsunami yang berlangsung sejak tahun 1927, 1938, 1968, dan 1996 (Daryono, 2011). Gempa pertama terjadi pada tanggal 1 Desember 1927, gempa terjadi di Teluk Palu dan mengakibatkan 14 orang meninggal dunia dan 50 orang lainnya luka-luka.

Pada 14 Agustus 1938 terjadi gempa yang hebat menyebabkan air laut naik menyapu rumah-rumah dan pohon kelapa rakyat di sepanjang pantai Kampung Mamboro, di tepi pantai Barat Kabupaten Donggala. Gempa ini disusul tsunami setinggi 8-10 meter. Korban jiwa karena bencana ini mencapai 200 orang dan 790 rumah mengalami kerusakan. Wilayah pesisir pantai barat Donggala nyaris tenggelam karena bencana besar ini (Daryono, 2011).

Gempabumi dan tsunami pada 10 Agustus 1968 dengan kekuatan 7,3 dengan pusat gempa di Laut Sulawesi. Badan Penanggulangan Bencana Alam Indonesia mengumumkan bahwa gelombang tsunami besar menyapu kawasan pantai di Donggala. Dua ratus orang meninggal dan banyak rumah hancur terutama di desa pesisir Tambu. Tsunami juga menghantam Pulau Tuguan di lepas pantai Sulawesi Utara yang berpenduduk beberapa ratus orang (Daryono, 2011).

Gempa bumi terjadi pada tanggal 1 Januari 1996 di Selat Makassar yang diikuti tsunami dan menyapu seluruh pantai barat Kabupaten Donggala dan Toli Toli. Setelah istirahat lama, dalam tahun 1996, gempa kembali terjadi di Desa Bangkir, Tonggolobibi dan Donggala. Gempa ini disertai tsunami setinggi 3-4 meter. Dua tahun kemudian, tepatnya 11 November 1998, gempa kembali melanda Kabupaten Donggala yang mengakibatkan ratusan rumah rusak parah (Daryono, 2011).

Dewasa ini terjadinya gempabumi tektonik di Kota Palu dan Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah pada hari Jumat, 28 September 2018, jam 17.02.44 WIB dengan kekuatan 7.7 SR. Lokasi secara astronomis yaitu 0.18 LS dan

119.85 BT dan jarak 26 km dari Utara Donggala, Sulawesi Tengah, dengan kedalaman 10 km. Ratusan gempa susulan terus terjadi. Laporan terakhir pada 30 September 2018 korban meninggal sebanyak 832 orang (Daryono, 2011).

Karakteristik Kota Palu dan sekitarnya, seperti Kabupaten Donggala, yang merupakan kawasan seismik aktif di Indonesia karena dilalui segmentasi sesar yang sangat berpotensi membangkitkan gempa bumi kuat dan aktivitas dari gempa bumi tersebut beresiko untuk menimbulkan tsunami. Dengan sejarah bencana alam yang terjadi pada tahun 1927, 1968, 1996, dan 2017 yang mengalami dampak pada tutupan lahan, maka mengangkat rasa ingin tahu saya bagaimana perubahan tutupan lahan akibat bencana alam. Oleh karena itu, peneliti mengangkat latar belakang ini menjadi suatu penelitian yang berjudul "Analisis Perubahan Tutupan Lahan Akibat Bencana Alam Menggunakan Citra Landsat 8 (Studi Kasus di Kota Palu dan Donggala)".

Berdasarkan latar belakang yang diangkat, dapat dinyatakan dua rumusan masalah sebagai berikut: (1) Bagaimana tutupan lahan di Kota Palu dan Kabupaten Donggala? Dan (2) Bagaimana perubahan tutupan lahan akibat bencana alam di Kota Palu dan Kabupaten Donggala?. Berdasarkan rumusan masalah tersebut, dapat ditentukan tujuan penelitian ini yaitu sebagai berikut: (1) Mengetahui tutupan lahan di Kota Palu dan Kabupaten Donggala dan (2) Mengetahui perubahan tutupan lahan akibat bencana alam di Kota Palu dan Kabupaten Donggala.

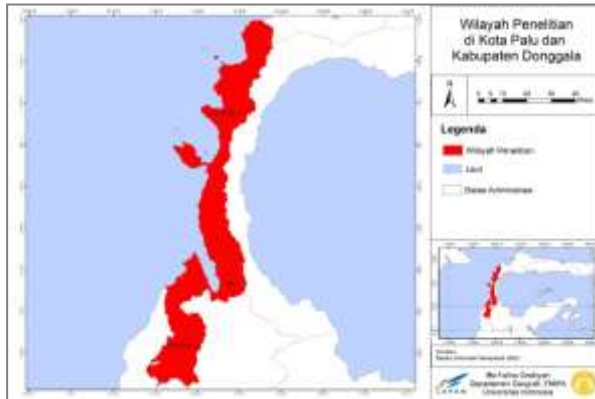
METODE

Wilayah Penelitian

Penentuan wilayah penelitian ini berdasarkan wilayah yang mengalami dampak bencana alam berpusat di Laut Sulawesi yaitu Kota Palu dan Kabupaten Donggala. Secara astronomis, Kota Palu terletak antara $119^{\circ}45''$ - $121^{\circ}10''$ Bujur Timur dan $0^{\circ}36''$ Lintang Selatan - $0^{\circ}56''$ Lintang Utara. Berdasarkan posisi geografisnya, Kabupaten Kota Palu memiliki batas-batas sebagai berikut: (1) Kabupaten Donggala berada di sebelah utara; (2) Kabupaten Sigi berada di sebelah selatan; (3) Kabupaten Donggala dan Sigi berada di sebelah barat; dan (4) Kabupaten Parigi Moutong dan Donggala berada di sebelah timur (BPS, 2019).

Secara astronomis, Kabupaten Donggala terletak antara $0^{\circ}30''$ Lintang Utara - $2^{\circ}20''$ Lintang Selatan dan $119^{\circ}45''$ - $121^{\circ}45''$ Bujur Timur. Berdasarkan posisi geografisnya, Kabupaten Donggala memiliki batas-batas sebagai berikut: (1) Kabupaten Tolitoli berada di sebelah utara; (2) Provinsi Sulawesi Barat, Kabupaten Sigi, dan Kota Palu berada di sebelah selatan; (3) Selat Makassar dan wilayah Provinsi Sulawesi Barat berada di sebelah barat; dan

(4) Kabupaten Sigi dan Kabupaten Parigi Moutong berada di sebelah timur (BPS, 2019). Berikut ini merupakan wilayah penelitian di Kota Palu dan Kabupaten Donggala.



Gambar 1. Peta wilayah penelitian di Kota Palu dan Kabupaten Donggala (BIG, 2019)

Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini menggunakan variabel tutupan lahan dengan lima klasifikasi yaitu lahan terbangun, lahan terbuka, vegetasi, badan air, awan, dan bayangan awan. Untuk memperoleh variabel tutupan lahan secara temporal diperlukan data sekunder. Data sekunder adalah data yang mengacu pada informasi yang dikumpulkan dari sumber yang telah ada. Sumber data sekunder adalah catatan atau dokumentasi perusahaan, publikasi pemerintah, analisis industri oleh media, situs web, internet dan seterusnya (Uma Sekaran, 2011). Data sekunder pada penelitian ini sudah dikumpulkan jauh hari sebelum hari penelitian dimulai.

Berikut adalah data sekunder yang dibutuhkan: (1) Peta Administrasi dan Jaringan Jalan Kota Palu dan Kabupaten Donggala, Provinsi Sulawesi Tengah dari Badan Informasi Geospasial (BIG); (2) Citra Landsat 8 OLI/TIRS Path 114 Row 61 perekaman 27 Mei 2018 dari USGS; (3) Citra Landsat 8 OLI/TIRS Path 115 Row 60 perekaman 2 Mei 2018 dari USGS; (4) Citra Landsat 8 OLI/TIRS Path 115 Row 61 perekaman 2 Mei 2018 dari USGS; (5) Citra Landsat 8 OLI/TIRS Path 114 Row 61 perekaman 6 Januari 2019 dari USGS; (6) Citra Landsat 8 OLI/TIRS Path 115 Row 60 perekaman 13 Januari 2019 dari USGS; (7) Citra Landsat 8 OLI/TIRS Path 115 Row 61 perekaman 13 Januari 2019 dari USGS.

Selain data-data tersebut, diperlukan juga alat-alat dalam mengelola data tersebut yaitu berbagai macam *software*, seperti *ArcMap* 10.5.1, *ENVI* 5.3, dan *Microsoft Excel*. Alat-alat tersebut digunakan untuk mengelola data citra untuk mengetahui perubahan tutupan lahan, uji akurasi,

dan tingkat kebasahan lahan yang akan dijelaskan dalam sub bab berikutnya.

Teori

Landsat 8 memiliki tingkat keabuan 0-4096. Hal ini disebabkan landsat 8 memiliki sensitifitas tiap piksel memiliki kuantifikasi 12 bit. Peningkatan ini menjadikan proses interpretasi objek di permukaan menjadi lebih mudah (Sugiarto, 2013). Spesifikasi kanal untuk Landsat 8 dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Spesifikasi landsat 8

Kanal	Panjang Gelombang (μm)	Keterangan
1 – Aerosol pesisir	0.43 – 0.45	Studi aerosol dan wilayah pesisir
2 – Biru	0.45 – 0.51	Pemetaan bathimetrik, membedakan tanah dari vegetasi dan daun dari vegetasi konifer
3 – Hijau	0.53 – 0.59	Mempertegas puncak vegetasi untuk menilai kekuatan vegetasi
4 – Merah	0.64 – 0.67	Membedakan sudut vegetasi
5 – Infra merah dekat- <i>Near Infrared</i> (NIR)	0.85 – 0.88	Menekankan konten biomassa dan garis pantai
6 – <i>Short – wave infrared</i> (SWIR 1)	1.57 – 1.65	Mendiskriminasikan kadar air tanah dan vegetasi; menembus awan tipis
7 – <i>Short – wave infrared</i> (SWIR 2)	2.11 – 2.29	Peningkatan kadar air tanah dan vegetasi dan penetrasi awan tipis
8 – Pankromatik	0.50 – 0.68	Resolusi 15 m, penajaman citra
9 – Sirius	1.36 – 1.68	Peningkatan deteksi awan sirius

		yang terkontaminasi
10 – TIRS 1	10.60 – 11.19	Resolusi 100 m, pemetaan suhu dan perhitungan kelembaban tanah
11 – TIRS 2	11.5 – 12.51	Resolusi 100 m, peningkatan pemetaan suhu dan perhitungan kelembaban tanah

Sumber: Widjaja (2014)

Layer stacking adalah proses pembuatan multi-band pada citra, yaitu dengan cara menggabungkan *image* dari band-band yang terpisah (band 1, band 2, band 3, dan seterusnya) menjadi satu file. Output dari proses ini adalah file citra (format HDR) yang sudah memiliki lebih dari satu band (*multi band*) dan bukan lagi dalam *single band*. Proses ini sangat penting dilakukan untuk melakukan proses pengolahan citra lebih lanjut (LAPAN, 2015).

Koreksi geometrik diperlukan untuk mentransformasi citra hasil penginderaan jauh sehingga citra tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala dan proyeksi. Transformasi geometrik yang paling mendasar adalah penempatan kembali posisi piksel sedemikian rupa, sehingga pada citra digital yang tertransformasi dapat dilihat gambaran objek dipermukaan bumi yang terekam sensor (LAPAN, 2015).

Mosaic adalah proses menggabungkan dua atau lebih *scenes* citra. Proses ini sangat penting dilakukan apabila wilayah kajian yang digunakan terdiri dari dua atau tiga *scenes* citra. Hal yang perlu diperhatikan sebelum melakukan proses mosaik, yaitu: (1) *Scene* citra telah mengalami proses registrasi artinya citra-citra tersebut sudah memiliki koordinat dan posisi yang benar serta memiliki sistem koordinat yang sama; (2) Pastikan *scene-scene* citra yang dimosaik memiliki posisi yang berdampingan; dan (3) Sebaiknya, tanggal perekaman antar *scenes* yang akan diproses tidak terlampaui jauh (LAPAN, 2015).

Berdasarkan publikasi yang diambil dari situs USGS, data landsat yang tersedia untuk diunduh, merupakan produk *Standard Terrain Correction* (L1 T) yang telah terkoreksi dan terbebas dari kesalahan akibat sensor, satelit, dan bumi. Hal ini dapat dikatakan bahwa secara geometrik citra landsat 8 tidak memiliki distorsi yang cukup besar pada data RBI. Distorsi yang muncul terlalu kecil, hal tersebut diakibatkan resolusi landsat 8 yang rendah, namun hal tersebut sebenarnya tidak terlalu berarti (LAPAN, 2015).

Pemotongan citra dilakukan untuk membatasi daerah penelitian sehingga

memudahkan analisis pada komputer. Selain itu, pemotongan citra dapat mengurangi kapasitas memori sehingga memudahkan pada proses pengolahan data citra tersebut. Teknik yang digunakan pada tahapan *cropping* adalah dengan memfokuskan lokasi yang diinginkan pada citra. *Cropping* dapat dilakukan dengan menggunakan data vektor, koordinat geodetik, atau dengan menggunakan *box (zooming)* yang ada pada software yang digunakan (LAPAN, 2015).

Tutupan lahan diperoleh dengan menggunakan teknik klasifikasi terbimbing (*Supervised Classification*). Klasifikasi terbimbing merupakan proses pengelompokan piksel pada citra menjadi beberapa kelas tertentu dengan berdasarkan pada statistik sampel piksel (*training*) atau *region of interest* ditentukan oleh pengguna sebagai piksel acuan yang selanjutnya digunakan oleh komputer sebagai dasar melakukan klasifikasi. Sampel piksel yang baik memiliki rerata keterpisahan yang baik antar tiap kelasnya yang ditunjukkan oleh nilai indeks separabilitas (*separability index*) (Richards, 1999). Sampel piksel dapat bersumber dari pengetahuan interpreter terhadap kondisi lokal atau data hasil kerja lapangan. Algoritma klasifikasi citra yang digunakan yaitu *maximum likelihood* (LAPAN, 2015).

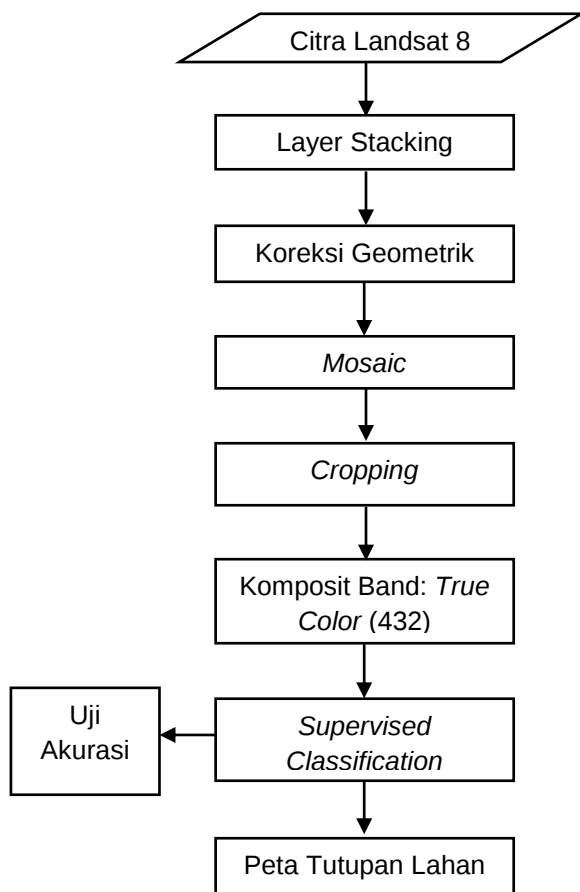
Klasifikasi *maximum likelihood* mengelaskan nilai piksel berdasarkan probabilitas suatu nilai piksel terhadap kelas tertentu dalam sampel piksel. Apabila nilai probabilitas nilai piksel berada di bawah nilai threshold yang ditentukan maka piksel tersebut tidak terkelaskan. Lain halnya apabila dalam klasifikasi tidak memasukkan nilai threshold maka semua piksel dapat terkelaskan sesuai sampel piksel yang ada (LAPAN, 2015).

Kelas tutupan lahan terdiri atas lahan terbangun, lahan terbuka, vegetasi, dan badan air. Menurut Badan Standarisasi Nasional, lahan terbangun dicirikan oleh adanya substitusi tutupan lahan yang bersifat alamiah atau semialamiah oleh tutupan lahan yang bersifat artifisial dan sering kedap air. Lahan terbuka merupakan lahan tanpa tutupan baik yang bersifat alami, semi alami maupun artifisial. Menurut karakteristik permukaannya, lahan terbuka dapat dibedakan menjadi *consolidated* dan *unconsolidated surface*. Vegetasi merupakan daerah yang liputan vegetasi (minimal 4 %) sedikitnya selama 2 bulan dalam 1 tahun atau dengan liputan *Lichens/Mosses* lebih dari 25 %, jika tidak terdapat vegetasi lain. (BSN, 2010).

Uji akurasi dilakukan dengan metode survei dengan mengambil sampel di lapangan, hasil penelitian yang telah lalu ataupun dengan data sekunder yang telah dirilis oleh instansi yang berkepentingan. Akurasi hasil pengolahan data citra minimal adalah 70% dan setelah divalidasi dengan data lapangan maka akurasi hasil penelitian adalah 90%. (LAPAN, 2015).

Diagram Alir Kerja

Berikut ini merupakan alur kerja dalam pengerjaan penelitian ini.



Gambar 2. Diagram alir kerja penelitian

Analisis Data

Data-data yang telah dikumpulkan dan diolah kemudian dianalisis untuk menjawab pertanyaan penelitian. Analisis data dilakukan secara deskriptif. Analisis deskriptif merupakan analisis data yang tidak dilakukan dengan perhitungan statistika dan dilakukan dengan cara membaca data yang telah diolah. Analisis deskriptif ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan keruangan berupa perbedaan lokasi berdasarkan sifat-sifat penting. Analisis deskriptif dilakukan dengan melihat hasil olahan data kemudian dianalisis berdasarkan data yang sudah terkumpul.

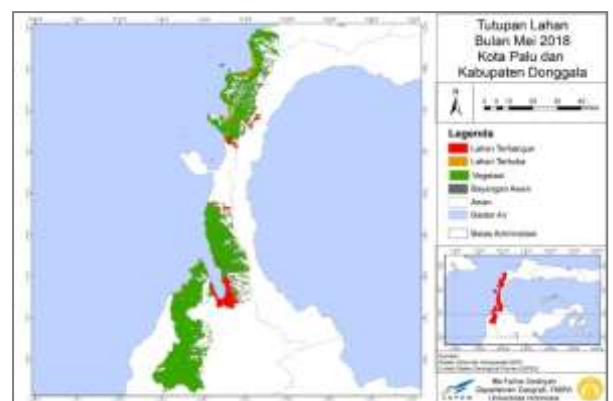
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Perubahan Tutupan Lahan

Peristiwa bencana alam seperti gempa bumi dan tsunami dapat terlihat dampaknya dari perubahan tutupan lahan pada wilayah yang mengalami bencana alam yaitu Kota Palu dan Kabupaten Donggala. Peristiwa gempa bumi dan tsunami di Kota Palu dan Kabupaten Donggala terjadi pada tanggal 28 September 2018. Untuk mengetahui dampak dari peristiwa bencana alam tersebut, dapat dilihat dari tutupan lahannya. Tutupan lahan yang dilihat yaitu sebelum bencana alam tersebut yaitu bulan Mei 2018 dan sesudah bencana alam tersebut yaitu bulan Januari 2019. Untuk mengetahui perubahan tutupan lahan sebelum dan sesudah bencana alam di Kota Palu dan Kabupaten Donggala dapat dilihat pada citra dengan komposit band *natural colour* yang merupakan komposit band (4,3,2) beserta ditampilkan peta tutupan lahannya di bawah ini.



Gambar 3. Citra Bulan Mei 2018 (Pra bencana alam) di Kota Palu dan Kabupaten Donggala (Olahan Data Pribadi, 2019)

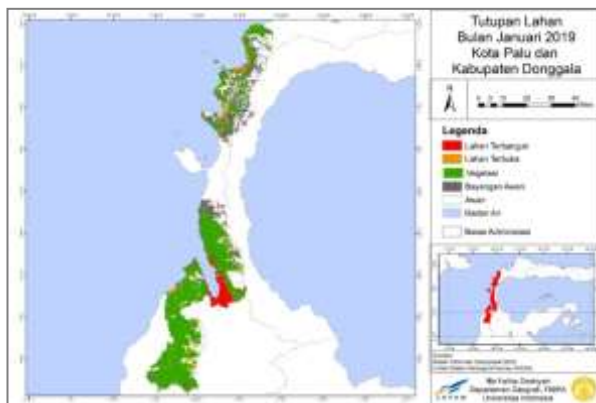


Gambar 4. Peta tutupan lahan Bulan Mei 2018 (Pra bencana alam) di Kota Palu dan

Kabupaten Donggala (Olahan Data Pribadi, 2019)



Gambar 5. Citra Bulan Januari 2019 (Pasca bencana alam) di Kota Palu dan Kabupaten Donggala (Olahan Data Pribadi, 2019)



Gambar 6. Peta tutupan lahan Bulan Januari 2019 (Pasca bencana alam) di Kota Palu dan Kabupaten Donggala (Olahan Data Pribadi, 2019)

Pada kedua peta tersebut dapat dilihat secara spasial bahwa lahan terbangun setelah terjadinya bencana alam yaitu gempa bumi dan tsunami mengalami pengurangan di Kota Palu dan Kabupaten Donggala, baik Donggala Utara maupun Donggala Selatan. Lahan terbuka mengalami perluasan di Kabupaten Donggala Selatan. Pada kedua peta yang sudah ditampilkan sebelumnya, dapat dilihat data luas tutupan lahan di Kota Palu dan Kabupaten Donggala pada bulan Mei 2018 dan Januari 2019. Berikut ini merupakan tabel luas tutupan lahan tersebut.

Tabel 2. Luas tutupan lahan di Kota Palu dan Kabupaten Donggala

Jenis Tutupan	Luas Tutupan Lahan di Kota	Luas Tutupan Lahan di
---------------	----------------------------	-----------------------

Lahan	Palu (Ha)		Kabupaten Donggala (Ha)	
	Mei 2018	Januari 2019	Mei 2018	Januari 2019
Awan	8401.9	2397.3	125158.76	132892.6
Badan Air	24.82	118.45	891.51	780.54
Bayangan Awan	1143.27	388.39	16730.68	42900.83
Lahan Terbangun	20904.18	22540.72	55483.08	34353.38
Lahan Terbuka	1.17	108.20	4372.06	13694.58
Vegetasi	8443.03	13365.25	288802.93	266816.51

Sumber: Olahan Data Pribadi

Berdasarkan tabel luas tutupan lahan sebelum bencana alam yaitu bulan Mei 2018 dan setelah bencana alam yaitu bulan Januari 2019 baik pada Kota Palu maupun Kabupaten Donggala, dapat dilihat bahwa luas tutupan lahan mengalami gangguan atmosferik yaitu berupa awan dan bayangan awan. Hal ini dapat mempengaruhi perubahan luas tutupan lahan. Untuk menghindarkan gangguan atmosferik, luas area awan dan bayangan awan dihilangkan kemudian dihitung persentase luas lahan terbangun, lahan terbuka, vegetasi, dan badan air. Berikut ini merupakan tabel persentase luas tutupan lahan yaitu lahan terbangun, lahan terbuka, vegetasi, dan badan air.

Tabel 3. Persentase luas tutupan lahan di Kota Palu

Jenis Tutupan Lahan	Kota Palu Bulan Mei 2018		Kota Palu Bulan Januari 2019	
	Luas (Ha)	Persentase (%)	Luas (Ha)	Persentase (%)
Lahan Terbangun	20904.18	71.17	22540.72	62.38
Lahan Terbuka	1.17	0.004	108.20	0.30
Vegetasi	8443.03	28.74	13365.25	36.99
Badan Air	24.82	0.08	118.45	0.33
Jumlah	29373.	100	36132.6	100

21	3
----	---

Sumber: Olahan Data Pribadi

Tabel 4. Persentase luas tutupan lahan di Kabupaten Donggala

Jenis Tutupan Lahan	Kabupaten Donggala Bulan Mei 2018		Kabupaten Donggala Bulan Januari 2019	
	Luas (Ha)	Persentase (%)	Luas (Ha)	Persentase (%)
Lahan Terbangun	5548.06	15.87	34353.38	10.88
Lahan Terbuka	4372.06	1.25	13694.58	4.37
Vegetasi	2888.02.93	82.62	266816.51	84.53
Badan Air	891.51	0.25	780.54	0.24
Jumlah	29373.21	100	36132.63	100

Sumber: Olahan Data Pribadi

Berdasarkan tabel persentase luas lahan tanpa gangguan atmosferik, dapat dilihat bahwa perubahan lahan terbangun akibat bencana alam semakin berkurang di Kota Palu maupun Kabupaten Donggala. Sebaliknya, perubahan lahan terbuka dan vegetasi akibat bencana alam semakin bertambah di Kota Palu dan Kabupaten Donggala.

Berdasarkan interpretasi tabel tersebut, dapat terlihat bahwa perubahan tutupan lahan akibat bencana alam di Kota Palu berbanding lurus dengan Kabupaten Donggala. Dengan terjadi pengurangan luas lahan terbangun merupakan dampak dari adanya ancaman bencana alam yang telah terjadi. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa adanya bencana alam di Kota Palu dan Kabupaten Donggala berdampak pada tingkat kepadatan lahan terbangun yaitu rendah. Berkurangnya lahan terbangun mempengaruhi pertambahan lahan terbuka. Bertambahnya lahan terbuka ini mempengaruhi perluasan vegetasi yang tumbuh di lahan terbuka yang relatif stabil atau cenderung tidak drastis.

Uji Akurasi

Metode yang digunakan untuk melakukan uji akurasi pada hasil klasifikasi citra adalah *Confusion Matrix*. Berikut adalah hasil Uji Akurasi pada hasil klasifikasi citra:

1. Uji Akurasi Citra Hasil Klasifikasi Pra Bencana Alam

Uji akurasi citra menghasilkan nilai *Overall Accuracy* 93,5087% dan Koefisien Kappa sebesar 88,73%. Hasil ini memenuhi toleransi sebesar >70% berdasarkan Pedoman Pengolahan Dijital Klasifikasi Penutup Lahan Menggunakan Data Penginderaan Jauh yang disusun oleh Pusfatja LAPAN. Berikut ini merupakan nilai uji akurasi citra hasil klasifikasi pra bencana alam ditampilkan pada *Confusion Matrix*.

Confusion Matrix: D:\My Data\UI-Magang\LAPAN\Olahan Data\Citra\Malai\Post_Class_Mal

Overall Accuracy = (144124/154129) = 93.5087%
Kappa Coefficient = 0.8873

		Ground Truth (Pixel)		Ground Truth (Percent)	
Class	Lahan Terbuka	Vegetasi		Badan Air	
		Luas	Persentase (%)	Luas	Persentase (%)
Lahan Terbuka	5427	821	0	0	0
Vegetasi	39	77973	0	46	0
Badan Air	0	0	2852	0	0
Bayangan	0	14	0	241	0
Awan	0	2	9812	0	57802
Lahan Terbuka	0	20	0	0	0
Total	5466	78830	11964	287	57802

		Ground Truth (Pixel)		Ground Truth (Percent)	
Class	Lahan Terbuka	Vegetasi		Badan Air	
		Luas	Persentase (%)	Luas	Persentase (%)
Lahan Terbuka	0	6290	0	0	0
Vegetasi	1	70059	0	16	0
Badan Air	0	2852	0	0	0
Bayangan	0	14	0	0	0
Awan	0	66816	0	0	0
Lahan Terbuka	629	649	0	0	0
Total	630	154129	0	0	0

		Ground Truth (Percent)		Ground Truth (Pixel)	
Class	Lahan Terbuka	Vegetasi		Badan Air	
		Luas	Persentase (%)	Luas	Persentase (%)
Lahan Terbuka	99.29	1.04	0.00	0.00	0.00
Vegetasi	0.71	99.91	0.00	16.03	0.00
Badan Air	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bayangan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Awan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lahan Terbuka	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

		Ground Truth (Percent)		Ground Truth (Pixel)	
Class	Lahan Terbuka	Vegetasi		Badan Air	
		Luas	Persentase (%)	Luas	Persentase (%)
Lahan Terbuka	0.00	4.08	0.00	0.00	0.00
Vegetasi	0.16	52.65	0.00	0.00	0.00
Badan Air	0.00	1.33	0.00	0.00	0.00
Bayangan	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00
Awan	0.00	43.38	0.00	0.00	0.00
Lahan Terbuka	99.84	4.42	0.00	0.00	0.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

		Confusion (Percent)		Confusion (Pixel)	
Class	Lahan Terbuka	Vegetasi		Badan Air	
		Luas	Persentase (%)	Luas	Persentase (%)
Lahan Terbuka	13.03	0.71	0.00	0.00	0.00
Vegetasi	0.11	99.89	0.00	0.00	0.00
Badan Air	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bayangan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Awan	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Lahan Terbuka	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

		Prod. Acc. (Percent)		Prod. Acc. (Pixel)	
Class	Lahan Terbuka	Vegetasi		Badan Air	
		Luas	Persentase (%)	Luas	Persentase (%)
Lahan Terbuka	99.91	99.89	77973/78830	77973/78830	77973/78830
Vegetasi	10.00	100.00	2852/11964	2852/11964	2852/11964
Badan Air	0.00	0.00	0.00/0.00	0.00/0.00	0.00/0.00
Bayangan	0.00	0.00	0.00/0.00	0.00/0.00	0.00/0.00
Awan	0.00	0.00	0.00/0.00	0.00/0.00	0.00/0.00
Lahan Terbuka	99.91	99.91	629/630	629/630	629/630

Gambar 7. Uji akurasi citra hasil klasifikasi pra bencana alam (Olahan Data Pribadi, 2019)

2. Uji Akurasi Citra Hasil Klasifikasi Pasca Bencana Alam

Uji akurasi citra menghasilkan nilai *Overall Accuracy* 96,5448% dan Koefisien Kappa sebesar 94,26%. Hasil ini memenuhi toleransi sebesar >70% berdasarkan Pedoman Pengolahan Dijital Klasifikasi Penutup Lahan Menggunakan Data Penginderaan Jauh yang disusun oleh Pusfatja LAPAN. Berikut ini merupakan nilai uji akurasi citra hasil klasifikasi pasca bencana alam ditampilkan pada *Confusion Matrix*.

Confusion Matrix D:\My Data\DI\Kampung Lapan\Olah Data\Citra\Bulan\Post_Class_Img

Overall Accuracy = (148177/153488) 96.5448%

Kappa Coefficient = 0.9425

Class	Ground Truth (Pixel)			
	Lahan Terbang	Vegetasi	Badan Air	Bayangan Awan
Unclassified	0	0	0	0
Lahan Terbang	5423	1071	19	16
Vegetasi	34	74315	200	12
Badan Air	0	0	10612	0
Bayangan Awan	3	2298	35	0
Awan	4	557	3	57176
Lahan Terbuka	2	889	2	0
Total	5465	78830	11064	57283

Class	Ground Truth (Pixel)			
	Lahan Terbuka	Vegetasi	Badan Air	Bayangan Awan
Unclassified	0	0	0	0
Lahan Terbuka	8	6537	0	0
Vegetasi	7	74373	0	0
Badan Air	0	10612	0	0
Bayangan Awan	0	2276	0	0
Awan	0	57759	0	0
Lahan Terbuka	417	1763	0	0
Total	430	153488	0	0

Class	Ground Truth (Percent)			
	Lahan Terbang	Vegetasi	Badan Air	Bayangan Awan
Unclassified	0.00	0.00	0.00	0.00
Lahan Terbang	99.21	1.36	0.17	0.00
Vegetasi	0.62	94.27	2.48	0.02
Badan Air	0.00	0.00	95.91	0.00
Bayangan Awan	0.00	0.00	0.00	100.00
Awan	0.07	0.01	0.00	99.95
Lahan Terbuka	0.04	0.00	0.00	0.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Class	Ground Truth (Percent)			
	Lahan Terbuka	Vegetasi	Badan Air	Bayangan Awan
Unclassified	0.00	0.00	0.00	0.00
Lahan Terbuka	1.27	4.38	0.00	0.00
Vegetasi	0.79	48.85	0.00	0.00
Badan Air	0.00	0.00	1.52	0.00
Bayangan Awan	0.00	0.00	0.00	100.00
Awan	0.00	0.00	0.00	100.00
Lahan Terbuka	97.94	0.02	0.00	0.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Class	Confusion (Percent)			
	Lahan Terbang	Vegetasi	Badan Air	Bayangan Awan
Unclassified	0.00	0.00	0.00	0.00
Lahan Terbang	17.04	0.79	1114/4537	43/5464
Vegetasi	0.88	5.73	858/74373	4515/78830
Badan Air	0.00	4.09	0/10612	453/11064
Bayangan Awan	98.50	67.88	1201/2326	252/287
Awan	1.01	0.00	584/57759	28/57283
Lahan Terbuka	51.15	2.04	646/1263	13/638

Class	Prod. Acc. (Percent)			
	Lahan Terbang	Vegetasi	Badan Air	Bayangan Awan
Unclassified	0.00	0.00	0.00	0.00
Lahan Terbang	99.21	98.12	74315/78830	74315/74973
Vegetasi	94.27	100.00	10612/11064	10612/10612
Badan Air	0.00	1.53	100.00	100.00
Bayangan Awan	0.00	98.98	57175/57283	57175/57283
Awan	0.00	0.00	0.00	100.00
Lahan Terbuka	97.94	48.85	617/638	617/1263

Gambar 8. Uji akurasi citra hasil klasifikasi pasca bencana alam (Olahan Data Pribadi, 2019)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa bencana alam seperti gempa bumi dan tsunami pada tanggal 28 September 2018 mengakibatkan perubahan tutupan lahan, seperti lahan terbangun, lahan terbuka dan vegetasi. Luas lahan terbangun akibat bencana alam semakin berkurang di Kota Palu dan Kabupaten Donggala. Sementara, luas lahan terbuka dan vegetasi akibat bencana alam semakin bertambah di Kota Palu dan Kabupaten Donggala. Tutupan lahan dengan metode *Supervised Classification* menyatakan mendekati tepat. Hal ini dibuktikan dengan uji akurasi yang bernilai lebih dari 70 %.

SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan ini, terdapat saran-saran yang diperlukan untuk penelitian selanjutnya, seperti (1) Perlu memilih citra yang bebas awan supaya hasil perubahan tutupan lahan lebih akurat; (2) Perlu adanya wawancara terhadap masyarakat setempat, apakah perubahan tutupan lahan berdampak pada aktivitas manusia baik sosial maupun ekonomi masyarakat; dan (3) Perlu adanya rencana tata ruang wilayah (RTRW) Kota Palu dan Kabupaten Donggala supaya aktivitas

manusia dapat berjalan dengan efektif meskipun masyarakat tinggal di wilayah rawan bencana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak LAPAN yang telah memberikan masukan dalam proses penelitian saya.

DAFTAR PUSTAKA

Artikel dalam Jurnal (Jurnal Primer)

Apriyanti, D., Faqih, R., & Purnawan, B. (2017). Pembuatan Peta Penutup Lahan Menggunakan Klasifikasi Terbimbing Metode Maximum Likelihood Pada Citra Landsat 8 (Studi Kasus : Kabupaten Indramayu , Provinsi Jawa Barat) Making Land Cover Map Using Supervised Classification Maximum Likelihood Method in Landsat 8 Image (Case Study : Indramayu District , West Java Province), 8, 225–235.

Pratomo, R. A. (2013). Permodelan Tsunami dan Implikasinya Terhadap Mitigasi Bencana di Kota Permodelan Tsunami dan Implikasinya Terhadap Mitigasi Bencana di Kota Palu, (June). <https://doi.org/10.14710/pwk.v9i2.6534>

Buku

Admin. (2010). Klasifikasi Penutupan Lahan. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Arfandi, dkk. (2019). Kabupaten Donggala Dalam Angka 2019. Donggala: Badan Pusat Statistik.

Rokhis, M, dkk. (2015). Pedoman Pengolahan Data Penginderaan Jauh Landsat 8 untuk MPT. Jakarta: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.

Sekaran, Uma. (2011). *Research Methods for business Edition 1 and 2*. Jakarta: Salemba Empat.

Sutrisno, dkk. (2019). Kota Palu Dalam Angka 2019. Palu: Badan Pusat Statistik.

Tejo, Jalu, dkk. (2015). Litbang Pemanfaatan Data Penginderaan Jauh Untuk Pemantauan Lingkungan. Jakarta: Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional.