

IDENTIFIKASI PERKEMBANGAN LAHAN TERBANGUN DI KABUPATEN BANDUNG BARAT MENGGUNAKAN CITRA SATELIT LANDSAT 8 OLI/TIRS MULTITEMPORAL

Romi Asror Muhtarom¹, Ir. Achmad Ruchlihadiana T., M.M.², Aning Haryati, S.T., M.T.³
Teknik Geodesi, Fakultas Teknik, Universitas Winaya Mukti
Jl. Pahlawan No. 69, Bandung (022) 2502242

ABSTRACT

West Bandung Regency is a regency in West Java Province which is the result of the division of Bandung Regency in 2007. Changes and developments in the region continue to occur along with increasing population density that results in developments in residential areas and can change at any time. The development of the area is identical to the built-up area. Built-up area is the appearance on the surface of the Earth that has experienced human intervention and has a certain function for human life.

Remote sensing is a branch of geography that can be used for data extraction in analyzing the development of built-up area through image analysis. Identification of the development of built-up area in this study employs multitemporal OLI/TIRS Landsat 8 imagery of the 2013, 2015, 2017 and 2019 periods using supervised classification methods that are focused on the recognizing of built-up and non-built-up area objects.

In addition to the use of remote sensing, geographical information system (GIS) also cannot be separated in the study of identification of the development of built-up area. According to (Star and Esther, 1990) geographic information systems have 4 important roles, namely mapping, measurement, monitoring, and modeling.

From this research, the results show that the change of the built-up area was 3,543.60 Ha (2.72%) in 2013, increased to 4,287.36 Ha (3.29%) in 2015, then increased to 6,320.75 Ha (4.85%) in 2017, and increased to 11,775.94 Ha (9.04%) in 2019.

Keywords: *West Bandung, Built-Up Area, Remote Sensing, GIS*

ABSTRAK

Kabupaten Bandung Barat adalah kabupaten di Provinsi Jawa Barat yang merupakan hasil pemekaran Kabupaten Bandung pada tahun 2007. Perubahan dan perkembangan wilayah terus terjadi seiring dengan bertambahnya kepadatan penduduk yang mengakibatkan perkembangan pada daerah permukiman serta dapat berubah setiap saatnya. Perkembangan wilayah identik dengan lahan terbangun. Lahan terbangun adalah kenampakan di permukaan bumi yang telah mengalami campur tangan manusia dan memiliki fungsi tertentu bagi kehidupan manusia.

Penginderaan jauh adalah salah satu cabang ilmu geografi yang dapat digunakan untuk ekstraksi data dalam menganalisis perkembangan lahan terbangun melalui analisis citra. Identifikasi perkembangan lahan terbangun pada penelitian ini menggunakan citra landsat 8 OLI/TIRS multitemporal periode tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019 dengan menggunakan metode klasifikasi terselia (*supervised*) yang difokuskan pada pengenalan objek lahan terbangun dan non terbangun.

Selain penggunaan ilmu penginderaan jauh, ilmu sistem informasi geografis juga tidak lepas dalam kajian identifikasi perkembangan lahan terbangun. Menurut (Star dan

Ester, 1990) sistem informasi geografis memiliki 4 peranan penting, yaitu *mapping, measurement, monitoring, dan modeling*.

Dari penelitian ini diperoleh hasil bahwa perubahan luas lahan terbangun sebesar 3.543,60 Ha (2,72%) pada tahun 2013, meningkat menjadi sebesar 4.287,36 Ha (3,29%) pada tahun 2015, kemudian meningkat menjadi sebesar 6.320,75 Ha (4,85%) pada tahun 2017, dan meningkat menjadi sebesar 11.775,94 Ha (9,04%) pada tahun 2019.

Kata Kunci: Bandung Barat, Lahan Terbangun, Penginderaan Jauh, SIG

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kabupaten Bandung Barat adalah kabupaten di Provinsi Jawa Barat yang merupakan hasil pemekaran dari Kabupaten Bandung pada tahun 2007. Perubahan dan perkembangan wilayah terus terjadi seiring dengan bertambahnya kepadatan penduduk, sehingga terjadi peningkatan populasi jiwa yang mengakibatkan perkembangan pada pemukiman sehingga membuat kondisi wilayah yang dapat berubah setiap saatnya.

Perkembangan wilayah identik dengan lahan terbangun. Lahan terbangun adalah kenampakan di permukaan bumi yang telah mengalami campur tangan manusia dan memiliki fungsi tertentu bagi kehidupan manusia.

Penginderaan jauh merupakan salah satu cabang ilmu geografi yang dapat digunakan untuk ekstraksi data dalam menganalisis perkembangan lahan terbangun melalui analisis citra. Penggunaan citra penginderaan jauh untuk perkembangan lahan terbangun dapat dilakukan dengan menganalisis citra secara multitemporal dalam periode waktu tertentu.

Selain penggunaan ilmu penginderaan jauh, ilmu sistem informasi geografis juga tidak lepas dalam kajian identifikasi perkembangan lahan terbangun. Menurut (Star dan Ester, 1990) sistem informasi geografis memiliki 4 peranan penting, yaitu *mapping, measurement, monitoring, dan modeling*.

Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bertambahnya pembangunan yang begitu pesat di wilayah Kabupaten Bandung Barat setelah pemekaran dari Kabupaten Bandung memberikan implikasi meningkatnya kebutuhan ruang untuk permukiman serta sarana dan prasarana penunjangnya sehingga menyebabkan terjadinya perkembangan lahan terbangun yang meningkat.
2. Laju pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi sehingga mempengaruhi perkembangan lahan terbangun yang terjadi secara terus menerus membuat kondisi permukiman di Kabupaten Bandung Barat semakin padat.

Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini yakni:

1. Bagaimana kondisi perubahan luas lahan terbangun di Kabupaten Bandung Barat setelah menjadi wilayah pemekaran dari Kabupaten Bandung?
2. Ke arah mana laju perkembangan lahan terbangun di Kabupaten Bandung Barat setelah menjadi wilayah pemekaran dari Kabupaten Bandung?

Tujuan Penelitian

Tujuan diadakannya penelitian tugas akhir identifikasi perkembangan lahan terbangun di Kabupaten Bandung

Barat menggunakan citra satelit landsat 8 OLI/TIRS multitemporal adalah:

1. Mengetahui kondisi perubahan luas lahan terbangun di Kabupaten Bandung Barat setelah pemekaran dari Kabupaten Bandung?
2. Mengetahui arah laju perkembangan lahan terbangun berdasarkan wilayah kecamatan di Kabupaten Bandung Barat?

Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini, yaitu:

1. Manfaat Keilmuan
Sebagai bahan referensi untuk menambah wawasan dan informasi tentang perubahan lahan terbangun serta arah perkembangan wilayah di Kabupaten Bandung Barat.
2. Manfaat Rekayasa
Mengerti dan memahami dalam proses pengolahan data citra satelit pada penginderaan jauh dan proses pada sistem informasi geografis dengan menggunakan teknik tumpang susun atau *overlay* untuk menghasilkan informasi perubahan lahan terbangun di Kabupaten Bandung Barat.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi Penelitian

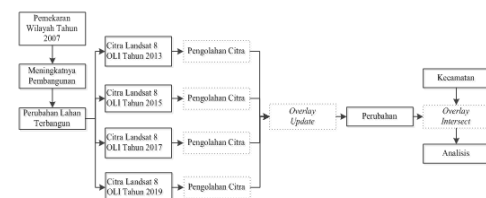
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dan komparatif. Metode deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran pada proses pengolahan data citra satelit, hasil proses tersebut nantinya akan dikombinasikan dengan proses SIG dengan menggunakan teknik tumpang susun atau *overlay* sehingga mendapatkan informasi tentang perkembangan dan perubahan lahan terbangun setelah pemekaran wilayah Kabupaten Bandung Barat dari Kabupaten Bandung.

Sedangkan metode komparatif digunakan untuk membandingkan hasil data yang sudah diproses, yang kemudian

nantinya dianalisis untuk mendapatkan output dari penelitian ini.

Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran dalam penelitian ini digambarkan dengan diagram alir berikut:



Gambar 1 Kerangka Pemikiran

Pemekaran wilayah identik dengan meningkatnya pembangunan di suatu wilayah. Peningkatan pembangunan ini menyebabkan terjadinya perubahan lahan terbangun dari masa ke masa. Pemanfaatan penginderaan jauh melalui proses analisis multitemporal pada citra menghasilkan sebuah analisis mengenai perubahan lahan terbangun dari periode 2013-2019.

Operasionalisasi Penelitian

Operasional penelitian terdiri dari lokasi penelitian, data dan rancangan penelitian. Lokasi penelitian merupakan tempat dimana penulis melakukan kegiatan penelitian, sedangkan data merupakan unsur terpenting dalam penelitian dan rancangan penelitian merupakan proses atau tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini.

Lokasi Penelitian

Lokasi yang menjadi tempat penelitian ini adalah Kabupaten Bandung Barat yang terletak antara 06° 41' - 07° 19' lintang selatan dan 107° 22' - 108° 05' bujur timur.



Gambar 2 Lokasi Penelitian

Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang bersumber dari website USGS dan Ina Geoportal.

Tabel 1 Data Penelitian

No	Data	Format Data	Sumber Data
1	Citra Landsat 8 OLI Tahun 2013	Data raster	Website USGS
2	Citra Landsat 8 OLI Tahun 2015	Data raster	Website USGS
3	Citra Landsat 8 OLI Tahun 2017	Data raster	Website USGS
4	Citra Landsat 8 OLI Tahun 2019	Data raster	Website USGS
5	Peta RBI Skala 1: 25.000	Data Vektor	Website Ina Geoportal

Rancangan Penelitian

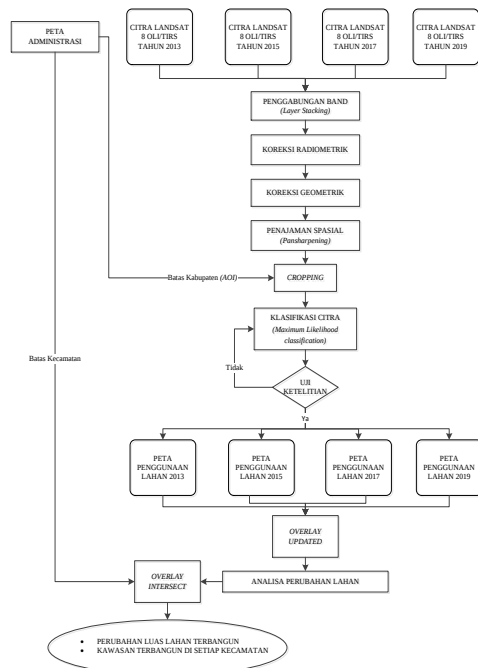
Rancangan dalam penelitian ini adalah:

1. Persiapan

Tahap persiapan terdiri dari tahap identifikasi masalah dan pengumpulan data-data serta alat-alat yang digunakan untuk penelitian. Dengan terkumpulnya data yang diperlukan maka bisa dilakukan proses penelitian

2. Pengolahan Data

Tahap pengolahan data adalah proses dari merubah data yang tersedia menjadi data yang dapat digunakan untuk analisis atau di gunakan untuk kebutuhan lain. Adapun tahap pengolahan data dijelaskan dalam diagram alir berikut:



Gambar 3 Pengolahan Data

a. Data Citra Landsat

Data citra landsat yang digunakan dalam penelitian ini adalah data citra landsat 8 OLI/TIRS (*path/row*: 122/65) tahun 2013,2015,2017 dan 2019 yang diperoleh dengan cara mendownload pada *website United States Geological Survey (USGS)* <https://earthexplorer.usgs.gov/>.

b. Penggabungan Band

Penggabungan layer atau kanal citra pada pra-pengolahan ini dilakukan pada citra landsat 8 yang memiliki sebelas kanal. Penggabungan layer ini diperlukan agar data citra dapat diolah dalam satu data karena data citra landsat 8 yang didapat dari USGS berupa format data .TIF yang masing-masing terdiri dari satu file berisikan kanal citra landsat 8.

c. Koreksi Radiometrik

Koreksi ini bertujuan untuk memperbaiki nilai piksel pada citra satelit dan untuk meningkatkan visualisasi citra. Dalam proses ini menggunakan metode *Radiometric Haze reduction* dan *Histogram Equalization* prinsip dari metode ini

adalah memperbaiki nilai radiometrik (*Pixel Value*) pada citra akibat gangguan atmosfer.

d. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik bertujuan untuk mereduksi kesalahan geometrik sehingga dihasilkan citra terkoreksi geometrik. Melakukan *rektifikasi* (pembetulan) atau *restorasi* (pemulihan) citra agar koordinat citra sesuai dengan koordinat geografis dan mentransformasikan sistem koordinat citra sehingga menghasilkan citra dengan sistem proyeksi tertentu. Data landsat yang diluncurkan kepada khalayak luas pada situs miliknya telah melalui proses penyesuaian dengan menggunakan dua jenis data, meliputi data sensor dan *ephemeris* untuk mengoreksi kesalahan internalnya, data *Ground Control Point* (GCP) dan *digital elevation model* (DEM). File metadata pada Gambar 4 di dalamnya terdapat informasi seperti berikut.

```
GROUND_CONTROL_POINTS_MODEL = 227
GEOMETRIC_RMSE_MODEL = 7.397
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_Y = 4.599
GEOMETRIC_RMSE_MODEL_X = 5.793
GROUND_CONTROL_POINTS_VERIFY = 65
GEOMETRIC_RMSE_VERIFY = 5.065
MAP_PROJECTION = "UTM"
DATUM = "WGS84"
ELLIPSOID = "WGS84"
UTM_ZONE = 48
GRID_CELL_SIZE_PANCHROMATIC = 15.00
GRID_CELL_SIZE_REFLECTIVE = 30.00
GRID_CELL_SIZE_THERMAL = 30.00
ORIENTATION = "NORTH_UP"
```

Gambar 4 Contoh File Metadata Landsat 8

Informasi di atas menunjukkan bahwa citra landsat 8 yang ter-*download* telah mengalami proses koreksi geometrik secara global. Dari data landsat 8 yang dimiliki terdapat informasi seputar GCP yang digunakan untuk koreksi geometrik beserta nilai *RMSE* dari proses rektifikasi tersebut. Sebagai contoh, GCP yang dipakai pada landsat 8 tahun 2019 adalah 227 titik, dengan *RMSE* total adalah 7,397 meter, dan

RMSE pada arah X dan Y masing-masing 4,599 meter dan 5,793 meter. Meskipun begitu, pada penelitian ini dilakukan uji geometrik citra satelit landsat terhadap data RBI menggunakan teknik *image-to-map rectification*. Pengujiannya dilakukan dengan cara menghitung nilai CE90 menggunakan persamaan sebagai berikut: (SNI, 2015):

$$CE90 = 1,5175 \times RMSE \dots\dots\dots(3.1)$$

Keterangan:

1,5175 = Faktor pengali yang ditentukan untuk perhitungan CE90.

RMSE = Hasil perhitungan (RMSE) *root mean square error*.

CE90 = Nilai ketelitian posisi horizontal dengan tingkat kepercayaan 90%.

e. Penajaman Spasial (*Pansharpening*)

Penajaman spasial (*Pansharpening*) merupakan proses penggabungan citra resolusi rendah (multispektral: 30m) dengan citra resolusi tinggi (pankromatik: 15m). Dalam penelitian ini citra satelit landsat 8 OLI/TIRS dilakukan proses *pansharpening*, karena pada landsat 8 OLI/TIRS terdapat citra pankromatik yaitu pada band 8.

f. Pemotongan Citra (*Cropping*)

Pemotongan citra (*Cropping*) bertujuan untuk membatasi daerah penelitian. Pemotongan citra dilakukan berdasarkan batas administrasi Kabupaten Bandung Barat, dimana dengan dilakukan proses pemotongan citra (*cropping*) maka penelitian ini tidak meneliti daerah yang diluar pemotongan citra tersebut.

g. Klasifikasi Citra

Metode klasifikasi citra yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode klasifikasi terselia (*supervised*) dengan jenis algoritma *maximum likelihood*. Pemilihan metode *maximum likelihood* dipilih untuk klasifikasi tutupan lahan data

citra landsat 8 OLI/TIRS agar hasil peta sebaran lahan terbangun menjadi lebih akurat. Hasil dari proses klasifikasi menghasilkan kelas penutup lahan yaitu: Badan air, lahan terbangun, hutan, lahan terbuka. Pada penelitian ini klasifikasi citra dikelompokkan menjadi sebanyak tiga kelas yaitu: Badan air, lahan terbangun dan lahan non terbangun. Adapun yang dimaksud lahan non terbangun itu adalah pengelompokan kelas penutup lahan vegetasi, hutan, dan lahan terbuka hasil klasifikasi. Tujuan dari pengelompokan ini yaitu agar dapat fokus pada penelitian yang akan dilakukan.

h. Uji Ketelitian Klasifikasi Citra

Berdasarkan tulisan dari buku yang berjudul “Pengolahan Citra Penginderaan Jauh” ditulis bahwa uji ketelitian pada tahun yang sudah lewat dapat dilakukan dengan menggunakan citra resolusi tinggi pada *software google earth*. Dalam penelitian ini uji ketelitian hasil klasifikasi memanfaatkan *software google earth* yang hasilnya digunakan sebagai data uji ketelitian. Dilakukan dengan cara mengambil beberapa sample tutupan lahan dari citra *google earth* yang kemudian disesuaikan dengan hasil dari proses klasifikasi citra. Cara ini digunakan karena citra pada *google earth* memiliki resolusi yang sangat baik dan tersedia citra secara *time series*. Untuk syarat uji ketelitian yaitu harus lebih dari sama dengan 80%. (Purwadhi, 2001).

i. Hasil Klasifikasi

Dari hasil pengolahan data klasifikasi citra satelit di dapat hasil tiga kelas penggunaan lahan yaitu: Lahan terbangun, lahan non terbangun dan badan air. Dari tiga kelas tersebut nantinya akan dianalisis kondisi luas perubahan penggunaan lahannya serta arah perkembangan lahan terbangun pada wilayah kecamatan. Metode

analisis yang digunakan terhadap hasil klasifikasi adalah proses *overlay*.

j. Tumpang Susun atau *Overlay*

Dalam proses ini bertujuan untuk mendapatkan perubahan lahan terbangun setelah pemekaran wilayah Kabupaten Bandung Barat dari Kabupaten Bandung. Dalam metode analisis *overlay* ada beberapa macam jenis yang dapat digunakan. Dalam penelitian ini untuk menganalisis perubahan lahan menggunakan jenis tumpang susun *Update*. Dari proses tersebut nantinya akan menghasilkan lahan terbangun tetap, lahan terbangun baru, lahan non terbangun dan badan air pada masa periode tahun 2013 sampai tahun 2019. Sedangkan untuk mengetahui arah perkembangan wilayah metode *overlay* yang digunakan adalah metode *intersect*.

3. Tahap Analisis Dan Penarikan Kesimpulan

Hasil dari penelitian ini berupa peta perubahan penggunaan lahan dari citra satelit landsat 8 OLI/TIRS periode tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019 di Kabupaten Bandung Barat sehingga dapat diketahui luas penggunaan lahan serta arah perkembangan wilayahnya berdasarkan perkembangan lahan terbangun berdasarkan wilayah kecamatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengolahan Data

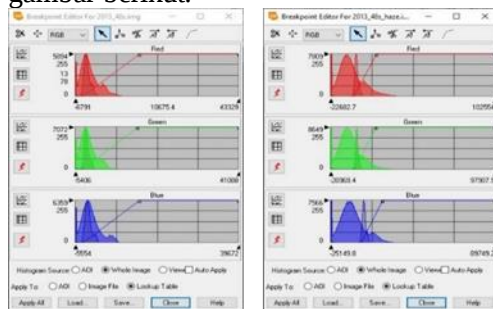
Pengolahan data citra landsat 8 OLI/TIRS tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019 menggunakan perangkat lunak pengolah data citra. Dari hasil pengolahan data citra tersebut diperoleh kelas penggunaan lahan sebanyak tiga kelas penggunaan lahan pada wilayah Kabupaten Bandung Barat yaitu: Lahan terbangun, lahan non terbangun dan badan air. Kelas – kelas penggunaan lahan tersebut yang nantinya akan digunakan sebagai bahan analisis lebih lanjut menggunakan metode SIG dengan

memanfaatkan analisis tumpang susun atau *overlay*.

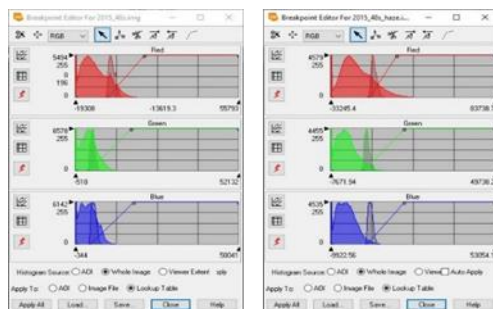
Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik digunakan untuk mengkoreksi nilai spektral yang terdapat pada citra satelit. Koreksi radiometrik diperlukan atas dasar dua alasan, yaitu untuk memperbaiki kualitas visual citra dan sekaligus memperbaiki nilai-nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral objek yang sebenarnya. Dalam proses ini menggunakan metode *Radiometric Haze reduction* dan *Histogram Equalization* atau yang lebih dikenal dengan penyesuaian histogram.

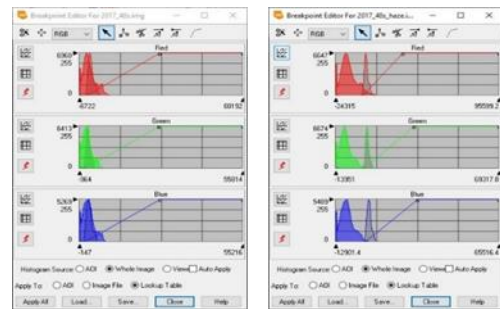
Dari proses tersebut menghasilkan data citra yang baru dengan kenampakan citra yang lebih baik dari sebelumnya. Perubahan yang mencolok dari kenampakan citra dapat terlihat pada nilai *Digital Number* dan statistik histogram citra yang dapat dilihat pada gambar berikut.



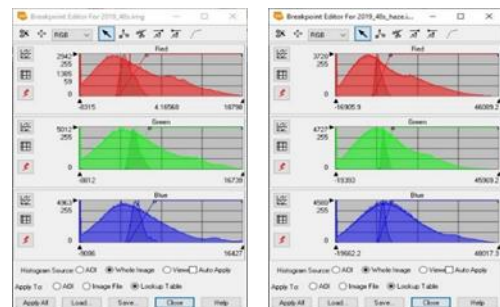
Gambar 5 Statistik Histogram Tahun 2013



Gambar 6 Statistik Histogram Tahun 2015



Gambar 7 Statistik Histogram Tahun 2017

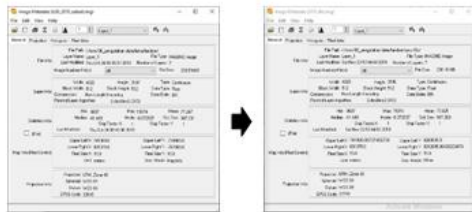


Gambar 8 Statistik Histogram Tahun 2019

Pada Gambar 5 hingga Gambar 8 memperlihatkan perubahan statistik histogram pada data citra dari setiap tahunnya, perubahan nilai statistik histogram yang terlihat tinggi terdapat pada citra tahun 2019, itu dikarenakan pengaruh distorsi yang disebabkan oleh kondisi atmosfer yang terdapat pada citra tersebut.

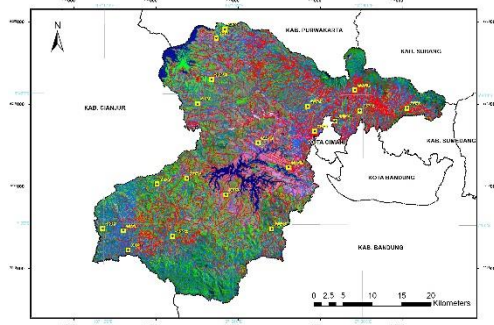
Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik dilakukan untuk memperbaiki inkonsistensi antara koordinat lokasi dari data citra mentah dengan lokasi yang sebenarnya pada koordinat di tanah, koreksi geometrik yang dilakukan pada penelitian ini adalah transformasi proyeksi sistem koordinat dari UTM_Zone_48N menjadi UTM_Zone_48S sesuai dengan zona wilayah penelitian. Berikut ini adalah gambar perubahan hasil transformasi proyeksi koordinat yang dimiliki oleh masing-masing citra satelit landsat.



Gambar 9 Transformasi Proyeksi Sistem Koordinat

Selanjutnya pada proses koreksi geometrik dilakukan pengukuran uji geometri citra menggunakan teknik *image-to-map rectification*, yakni dengan menggunakan titik uji yang ditentukan dari peta RBI pada skala yang sepadan dengan citra tersebut. Pengukuran uji akurasi geometri dilakukan untuk mengetahui ketepatan geometri antara data citra landsat terhadap data *shapefile* RBI. Jumlah titik uji yang digunakan pada penelitian ini adalah 20 titik uji yang tersebar secara merata pada daerah penelitian. Berikut ini adalah gambar sebaran titik uji pada daerah penelitian.



Gambar 10 Sebaran Titik Uji Pada wilayah penelitian

Objek referensi yang digunakan sebagai acuan dalam uji geometri ini adalah objek sungai dan jalan. Hal ini karena jalan dan sungai merupakan objek yang tidak mengalami perubahan dan dianggap tetap. Uji akurasi ini dilakukan dengan *marking* GCP pada objek RBI dengan memperhatikan objek yang dapat diidentifikasi pada citra. Hasil uji geometrik citra satelit landsat 8 OLI/TIRS tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019 disajikan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 2 Uji Akurasi Geometri Citra Landsat 8 OLI/TIRS 2013

No	Nama Titik	Zona UTM	X_Map	X_Citra	(D)X	(D)X2	Y_Map	Y_Citra	(D)Y	(D)Y2	(D)X2 + (D)Y2
1	GCP1	48S	76221388	76221758	2.82	11.61	923724484	923724038	-4.56	7.10	10.61
2	GCP2	48S	76091187	76091587	4.00	9.32	923695154	923695158	4.04	3.72	49.44
3	GCP3	48S	76484111	76484494	3.83	16.68	924515132	924515430	2.98	30.73	424.62
4	GCP4	48S	76311174	76312468	8.75	16.18	923876424	923876200	-2.22	3.00	76.18
5	GCP5	48S	77902514	77902535	2.21	0.83	924141761	924141420	-3.39	3.77	281.09
6	GCP6	48S	76318151	76318344	1.93	1.08	923705483	923705740	2.57	9.27	81.65
7	GCP7	48S	74281144	74281938	7.94	11.93	923480895	923481131	2.34	23.81	214.83
8	GCP8	48S	75121269	75121718	4.49	3.63	923239740	923239710	-3.00	9.27	81.65
9	GCP9	48S	74681834	74681833	0.00	0.00	923445212	923444699	-5.13	7.84	78.84
10	GCP10	48S	76902144	76901962	1.82	0.88	923941173	923939187	-19.89	184.42	402.40
11	GCP11	48S	74718449	74719238	7.89	11.89	923114800	923115230	4.39	4.39	10.49
12	GCP12	48S	77131058	77131023	-3.55	17.92	922472309	922474055	17.75	118.96	136.88
13	GCP13	48S	74342119	74344895	4.76	12.68	923020844	923020144	-7.00	13.17	174.05
14	GCP14	48S	77182100	77182138	3.87	1.00	924161999	924161895	-1.04	9.28	18.26
15	GCP15	48S	76309176	76309140	-3.66	11.81	923839848	923839586	-2.62	3.94	75.55
16	GCP16	48S	75121343	75121402	5.99	14.81	923336538	923336682	1.44	24.81	49.23
17	GCP17	48S	74247195	74247150	-4.45	0.14	923515156	923515122	-3.43	13.72	137.87
18	GCP18	48S	76218913	76218904	-9.09	119.13	924120322	924121419	11.09	12.72	134.87
19	GCP19	48S	76411108	76411107	-0.01	43.75	924486133	924486130	-3.00	184.12	112.12
20	GCP20	48S	74749287	74749132	-15.55	0.00	923499200	923500092	8.92	18.74	88.74
Jumlah											1877.409
Rata-rata											11.488
CRMS											10.481

Uji akurasi geometri landsat 8 tahun 2015 pada wilayah Kabupaten Bandung Barat disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3 Uji Akurasi Geometri Citra Landsat 8 OLI/TIRS 2015

No	Nama Titik	Zona UTM	X_Map	X_Citra	(D)X	(D)X2	Y_Map	Y_Citra	(D)Y	(D)Y2	(D)X2 + (D)Y2
1	GCP1	48S	76221388	76221758	2.82	11.61	923724484	923724038	-4.56	7.10	10.61
2	GCP2	48S	76091187	76091587	4.00	9.32	923695154	923695158	4.04	3.72	49.44
3	GCP3	48S	76484111	76484494	3.83	16.68	924515132	924515430	2.98	30.73	424.62
4	GCP4	48S	76311174	76312468	8.75	16.18	923876424	923876200	-2.22	3.00	76.18
5	GCP5	48S	77902514	77902535	2.21	0.83	924141761	924141420	-3.39	3.77	281.09
6	GCP6	48S	76318151	76318344	1.93	1.08	923705483	923705740	2.57	9.27	81.65
7	GCP7	48S	74281144	74281938	7.94	11.93	923480895	923481131	2.34	23.81	214.83
8	GCP8	48S	75121269	75121718	4.49	3.63	923239740	923239710	-3.00	9.27	81.65
9	GCP9	48S	74681834	74681833	0.00	0.00	923445212	923444699	-5.13	7.84	78.84
10	GCP10	48S	76902144	76901962	1.82	0.88	923941173	923939187	-19.89	184.42	402.40
11	GCP11	48S	74718449	74719238	7.89	11.89	923114800	923115230	4.39	4.39	10.49
12	GCP12	48S	77131058	77131023	-3.55	17.92	922472309	922474055	17.75	118.96	136.88
13	GCP13	48S	74342119	74344895	4.76	12.68	923020844	923020144	-7.00	13.17	174.05
14	GCP14	48S	77182100	77182138	3.87	1.00	924161999	924161895	-1.04	9.28	18.26
15	GCP15	48S	76309176	76309140	-3.66	11.81	923839848	923839586	-2.62	3.94	75.55
16	GCP16	48S	75121343	75121402	5.99	14.81	923336538	923336682	1.44	24.81	49.23
17	GCP17	48S	74247195	74247150	-4.45	0.14	923515156	923515122	-3.43	13.72	137.87
18	GCP18	48S	76218913	76218904	-9.09	119.13	924120322	924121419	11.09	12.72	134.87
19	GCP19	48S	76411108	76411107	-0.01	43.75	924486133	924486130	-3.00	184.12	112.12
20	GCP20	48S	74749287	74749132	-15.55	0.00	923499200	923500092	8.92	18.74	88.74
Jumlah											1788.061
Rata-rata											11.424
CRMS											10.808

Uji akurasi geometri landsat 8 tahun 2017 pada wilayah Kabupaten Bandung Barat disajikan pada tabel berikut.

Tabel 0 Uji Akurasi Geometri Citra Landsat 8 OLI/TIRS 2017

No	Nama Titik	Zona UTM	X_Map	X_Citra	(D)X	(D)X2	Y_Map	Y_Citra	(D)Y	(D)Y2	(D)X2 + (D)Y2
1	GCP1	48S	76221388	76221758	2.82	11.61	923724484	923724038	-4.56	7.10	10.61
2	GCP2	48S	76091187	76091587	4.00	9.32	923695154	923695158	4.04	3.72	49.44
3	GCP3	48S	76484111	76484494	3.83	16.68	924515132	924515430	2.98	30.73	424.62
4	GCP4	48S	76311174	76312468	8.75	16.18	923876424	923876200	-2.22	3.00	76.18
5	GCP5	48S	77902514	77902535	2.21	0.83	924141761	924141420	-3.39	3.77	281.09
6	GCP6	48S	76318151	76318344	1.93	1.08	923705483	923705740	2.57	9.27	81.65
7	GCP7	48S	74281144	74281938	7.94	11.93	923480895	923481131	2.34	23.81	214.83
8	GCP8	48S	75121269	75121718	4.49	3.63	923239740	923239710	-3.00	9.27	81.65
9	GCP9	48S	74681834	74681833	0.00	0.00	923445212	923444699	-5.13	7.84	78.84
10	GCP10	48S	76902144	76901962	1.82	0.88	923941173	923939187	-19.89	184.42	402.40
11	GCP11	48S	74718449	74719238	7.89	11.89	923114800	923115230	4.39	4.39	10.49
12	GCP12	48S	77131058	77131023	-3.55	17.92	922472309	922474055	17.75	118.96	136.88
13	GCP13	48S	74342119	74344895	4.76	12.68	923020844	923020144	-7.00	13.17	174.05
14	GCP14	48S	77182100	77182138	3.87	1.00	924161999	924161895	-1.04	9.28	18.26
15	GCP15	48S	76309176	76309140	-3.66	11.81	923839848	923839586	-2.62	3.94	75.55
16	GCP16	48S	75121343	75121402	5.99	14.81	923336538	923336682	1.44	24.81	49.23
17	GCP17	48S	74247195	74247150	-4.45	0.14	923515156	923515122	-3.43	13.72	137.87
18	GCP18	48S	76218913	76218904	-9.09	119.13	924120322	924121419	11.09	12.72	134.87
19	GCP19	48S	76411108	76411107	-0.01	43.75	924486133	924486130	-3.00	184.12	112.12
20	GCP20	48S	74749287	74749132	-15.55	0.00	923499200	923500092	8.92	18.74	88.74
Jumlah											2498.061
Rata-rata											125.403
RMS Error											10.481
CRMS											10.481

Uji akurasi geometri landsat 8 tahun 2019 pada wilayah Kabupaten Bandung Barat disajikan pada tabel berikut.

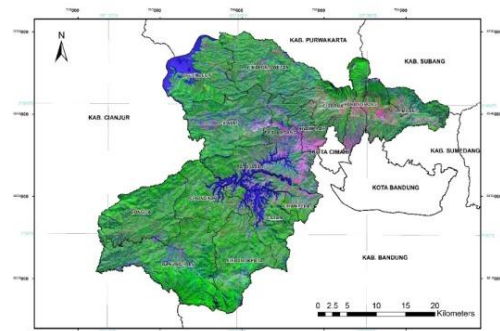
Tabel 5 Uji Akurasi Geometri Citra Landsat 8 OLI/TIRS 2019

No	Nama Titik	Zona UTM	X_Map	X_Citra	(D)X	(D)X2	Y_Map	Y_Citra	(D)Y	(D)Y2	(D)X2 + (D)Y2	
1	GCP1	48S	76221388	76221758	2.82	11.61	923724484	923724038	-4.56	7.10	10.61	
2	GCP2	48S	76091187	76091587	4.00	9.32	923695154	923695158	4.04	3.72	49.44	
3	GCP3	48S	76484111	76484494	3.83	16.68	924515132	924515430	2.98	30.73	424.62	
4	GCP4	48S	76311174	76312468	8.75	16.18	923876424	923876200	-2.22	3.00	76.18	
5	GCP5	48S	77902514	77902535	2.21	0.83	924141761	924141420	-3.39	3.77	281.09	
6	GCP6	48S	76318151	76318344	1.93	1.08	923705483	923705740	2.57	9.27	81.65	
7	GCP7	48S	74281144	74281938	7.94	11.93	923480895	923481131	2.34	23.81	214.83	
8	GCP8	48S	75121269	75121718	4.49	3.63	923239740	923239710	-3.00	9.27	81.65	
9	GCP9	48S	74681834	74681833	0.00	0.00	923445212	923444699	-5.13	7.84	78.84	
10	GCP10	48S	76902144	76901962	1.82	0.88	923941173	923939187	-19.89	184.42	402.40	
11	GCP11	48S	74718449	74719238	7.89	11.89	923114800	923115230	4.39	4.39	10.49	
12	GCP12	48S	77131058	77131023	-3.55	17.92	922472309	922474055	17.75	118.96	136.88	
13	GCP13	48S	74342119	74344895	4.76	12.68	923020844	923020144	-7.00	13.17	174.05	
14	GCP14	48S	77182100	77182138	3.87	1.00	924161999	924161895	-1.04	9.28	18.26	
15	GCP15	48S	76309176	76309140	-3.66	11.81	923839848	923839586	-2.62	3.94	35.21	
16	GCP16	48S	74712480	74712480	0.00	0.00	923115156	923115156	0.00	0.00	0.00	
17	GCP17	48S	74471184	74472130	9.46	10.46	923122136	923122014	-12.22	111.82	111.99	
18	GCP18	48S	76302119	76302119	0.00	0.00	923839848	923839848	0.00	0.00	0.00	
19	GCP19	48S	76113109	76113171	6.61	4.33	924485133	924485176	4.34	4.34	24.24	
20	GCP20	48S	74192048	74192102	5.54	6.00	923149500	923149500	0.00	0.00	0.00	
											Jumlah:	1411.448
											Mean error	7.872
											RMS Error	8.881
											Max Error	19.89

Dari hasil proses uji geometrik yang dilakukan pada citra landsat 8 OLI/TIRS tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019 diperoleh nilai *RMS Error* dan nilai CE90, dimana nilai tersebut menunjukkan tingkat ketelitian akurasi geometri citra terhadap objek data RBI. Nilai yang dihasilkan *RMS Error* sebesar 13.486m dengan nilai CE90 sebesar 20.465m pada tahun 2013, nilai *RMS Error* sebesar 11.743m dengan nilai CE90 sebesar 17.820m pada tahun 2015, nilai *RMS Error* sebesar 10.970m dengan nilai CE90 sebesar 16.647m pada tahun 2017 dan nilai *RMS Error* sebesar 8.401m dengan nilai CE90 sebesar 12.748m pada tahun 2019. Dari hasil tersebut citra landsat 8 OLI/TIRS tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019 masuk dalam toleransi ketentuan geometrik dengan nilai *RMS Error* ≤ 1 piksel, serta penentuan uji geometri mengacu pada SNI, 2015 tentang ketelitian geometri RBI. Dari hasil yang dilakukan data citra yang digunakan masuk kedalam kelas 3 standar ketelitian geometri peta RBI yaitu nilai CE90 pada masing-masing citra hasil uji geometri ≤ 25 meter.

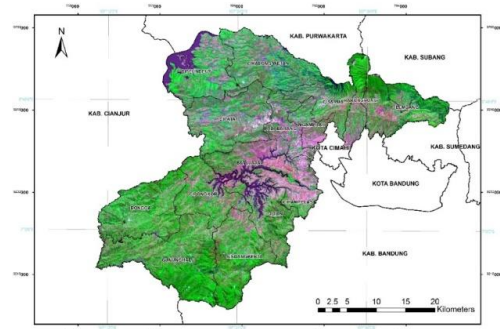
Penajaman Spasial (*Pansharpening*)

Proses penajaman spasial (*Pansharpening*) dalam penelitian ini dilakukan pada citra landsat 8 OLI/TIRS dengan cara menggabungkan antara citra resolusi rendah (multispektral: 30 m) dengan citra resolusi tinggi (pankromatik: 15 m), sehingga hasil proses penajaman spasial (*Pansharpening*) dalam penelitian ini menghasilkan citra landsat 8 OLI/TIRS dengan nilai resolusi spasial 15 meter. Data citra hasil proses yang telah melalui tahapan proses pengolahan citra sesuai dengan ketentuan proses pengolahan data citra yang baik dan benar sehingga dapat dilanjutkan pada tahap proses klasifikasi citra. Berikut ini adalah gambar citra satelit landsat hasil pengolahan dengan cakupan wilayah Kabupaten Bandung Barat disajikan pada gambar sebagai berikut:



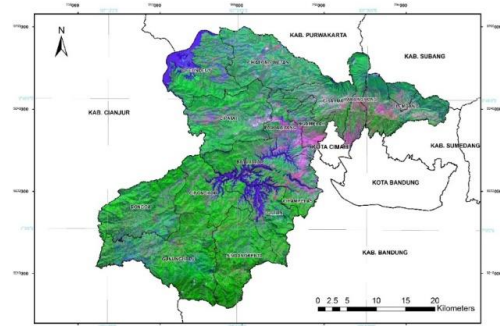
Gambar 11 Citra Landsat 8 OLI/TIRS Tahun 2013

Gambar citra landsat 8 tahun 2015 hasil pengolahan citra dengan cakupan wilayah Kabupaten Bandung Barat disajikan pada gambar sebagai berikut.



Gambar 12 Citra Landsat 8 OLI/TIRS Tahun 2015

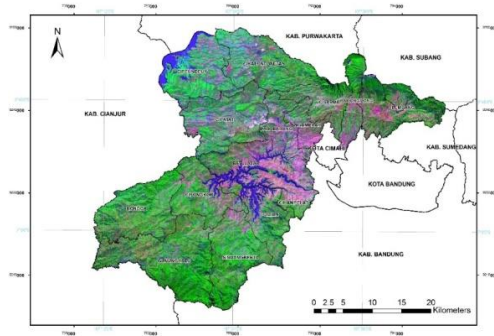
Gambar citra landsat 8 tahun 2017 hasil pengolahan citra dengan cakupan wilayah Kabupaten Bandung Barat disajikan pada gambar sebagai berikut.



Gambar 13 Citra Landsat 8 OLI/TIRS Tahun 2017

Gambar citra landsat 8 tahun 2019 hasil pengolahan citra dengan cakupan wilayah Kabupaten Bandung Barat disajikan pada gambar sebagai berikut.

wilayah Kabupaten Bandung Barat disajikan pada gambar sebagai berikut.



Gambar 14 Citra Landsat 8 OLI/TIRS Tahun 2019

Gambar 11 hingga 14 menunjukkan hasil pengolahan citra satelit landsat 8 OLI/TIRS tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019 dengan komposit band 6,5,4 *false color* pada cakupan area citra sudah sesuai daerah penelitian yaitu pada wilayah Kabupaten Bandung Barat. Berdasarkan data spasial peta RBI secara batas administrasi cakupan wilayah Kabupaten Bandung Barat memiliki luas sekitar 130.258, 43 Ha yang meliputi 16 (enam belas) kecamatan. Data hasil pengolahan ini yang selanjutnya digunakan untuk proses klasifikasi citra. Secara visual pada gambar citra landsat 8 OLI/TIRS sudah dapat diidentifikasi berdasarkan rona warna kenampakan kelas penutup lahan, dimana kenampakan dengan warna magenta adalah kelas lahan terbangun, warna biru adalah kelas badan air dan warna hijau adalah kelas vegetasi

Klasifikasi Citra

Pada penelitian ini, metode klasifikasi berbasis piksel yang digunakan adalah metode klasifikasi terselia (*supervised*). Algoritma klasifikasi terselia menggunakan algoritma *maximum likelihood* yang terdapat pada perangkat lunak pengolah citra. Adapun *training sample* yang diambil pada penelitian ini sebagai berikut:

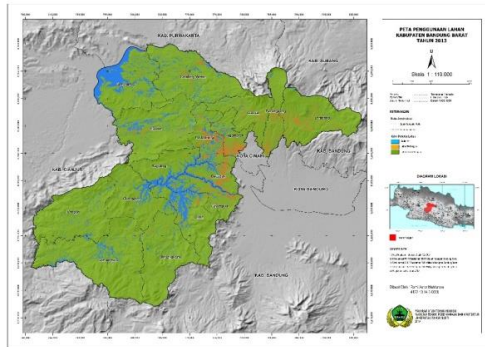
Class #	Signature Name	Color	Red	Green	Blue	Value	Order	Count	Prob.	P	H	A	FS
1	LAHAN TERBANGUN	Magenta	1.000	0.230	1.000	11	11	8873	1.000	✓	✓	✓	✓
2	LAHAN TERBUKA	Magenta	0.948	0.422	0.931	12	22	4723	1.000	✓	✓	✓	✓
3	BADAN AIR	Blue	0.339	0.000	0.987	9	31	38355	1.000	✓	✓	✓	✓
4	VEGETASI	Green	0.275	0.584	0.291	2	38	122746	1.000	✓	✓	✓	✓

Gambar 15 *Training Sample* Citra Landsat 8 OLI/TIRS

Gambar 15 menunjukkan *training sample* dengan pengelompokan kelas penutup lahan menjadi 4 kelas penutup lahan, dapat dilihat pada gambar bahwa kelas penggunaan lahan dipisahkan berdasarkan warna. Pada kelas lahan terbangun dengan warna magenta, kelas lahan terbuka dengan warna magenta muda, kelas badan air dengan warna biru dan kelas vegetasi dengan warna hijau. Selanjutnya kelas vegetasi dan kelas lahan terbuka dikelompokkan sehingga menjadi kelas penggunaan lahan non terbangun, *training sample* tersebut yang digunakan untuk lanjutan proses klasifikasi citra.

Berdasarkan kebutuhan penelitian klasifikasi dibagi menjadi tiga kelas penggunaan lahan yaitu: Badan air, lahan terbangun dan lahan non terbangun, maksud dari pengelompokan menjadi tiga kelas penggunaan lahan ini diharapkan agar dapat difokuskan pada perubahan penggunaan lahan terbangun dan lahan non terbangun di wilayah penelitian, kemudian berdasarkan hal tersebut luasan pada kelas badan air dianggap sama dan tidak ada perubahan pada setiap tahunnya agar mengurangi kesalahan klasifikasi pada kelas badan air yang disebabkan oleh perbedaan musim pada saat perekaman citra satelit landsat.

Berikut ini adalah peta hasil klasifikasi citra satelit landsat 8 OLI/TIRS pada tahun 2013 beserta tabel informasi luas penggunaan lahan yang dihasilkan.



Gambar 16 Peta Penggunaan Lahan Tahun 2013

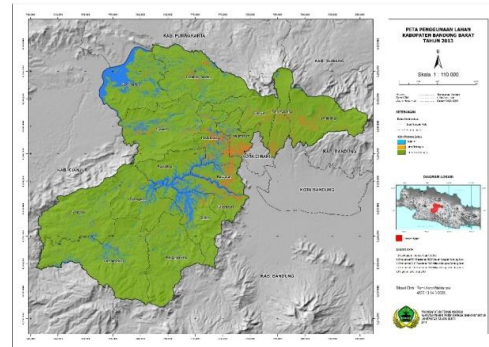
Informasi luas kelas penggunaan lahan citra satelit landsat 8 OLI/TIRS pada tahun 2013 hasil klasifikasi citra pada wilayah Kabupaten Bandung Barat disajikan pada tabel berikut.

Tabel 6 Informasi Luas Klasifikasi Citra Landsat Tahun 2013

No	Kelas Penggunaan Lahan	Luas	
		(Ha)	(%)
1	Badan Air	11.883,64	9,12
2	Lahan Non Terbangun	114.872,16	88,19
3	Lahan Terbangun	3.543,60	2,72
Jumlah		130.258,43	100,00

Tabel 6 merupakan informasi luas penggunaan lahan hasil dari proses klasifikasi citra landsat 8 OLI/TIRS tahun 2013, dimana luas dari wilayah Kabupaten Bandung Barat adalah sebesar 130.258,43 Ha dibagi menjadi tiga kelas penggunaan lahan dengan nilai luas pada kelas badan air sebesar 11.883,64 Ha (9,12%), selanjutnya pada kelas lahan non terbangun sebesar 114.872,16 Ha (88,19%), dan pada kelas lahan terbangun memiliki luasan sebesar 3.543,60 Ha (2,72%).

Berikut ini adalah peta hasil klasifikasi citra satelit landsat 8 OLI/TIRS pada tahun 2015 beserta tabel informasi luas penggunaan lahan yang dihasilkan.



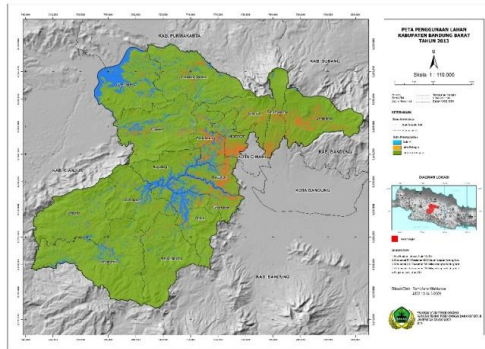
Gambar 17 Peta Penggunaan Lahan Tahun 2015

Informasi luas kelas penggunaan lahan citra satelit landsat 8 OLI/TIRS pada tahun 2015 hasil klasifikasi citra pada wilayah Kabupaten Bandung Barat disajikan pada tabel berikut.

Tabel 7 Informasi Luas Klasifikasi Citra Landsat Tahun 2015

No	Kelas Penggunaan Lahan	Luas	
		(Ha)	(%)
1	Badan Air	11.883,64	9,12
2	Lahan Non Terbangun	114.128,85	87,62
3	Lahan Terbangun	4.287,36	3,29
Jumlah		130258,43	100,00

Tabel 7 merupakan informasi luas penggunaan lahan hasil dari proses klasifikasi citra landsat 8 OLI/TIRS tahun 2015, dimana luas dari wilayah Kabupaten Bandung Barat adalah sebesar 130.258,43 Ha dibagi menjadi tiga kelas penggunaan lahan dengan nilai luas pada kelas badan air sebesar 11.883,64 Ha (9,12%), selanjutnya pada kelas lahan non terbangun sebesar 114.128,85 Ha (87,62%), dan pada kelas lahan terbangun memiliki luasan sebesar 4.287,36 Ha (3,29%). Berikut ini adalah peta hasil klasifikasi citra satelit landsat 8 OLI/TIRS pada tahun 2017 beserta tabel informasi luas penggunaan lahan yang dihasilkan.



Gambar 18 Peta Penggunaan Lahan Tahun 2017

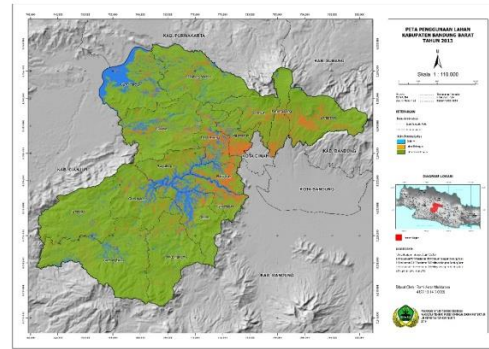
Informasi luas kelas penggunaan lahan citra satelit landsat 8 OLI/TIRS pada tahun 2017 hasil klasifikasi citra pada wilayah Kabupaten Bandung Barat disajikan pada tabel berikut.

Tabel 8 Informasi Luas Klasifikasi Citra Landsat Tahun 2017

No	Kelas Penggunaan Lahan	Luas	
		(Ha)	(%)
1	Badan Air	11.883,64	9,12
2	Lahan Non Terbangun	112.096,97	86,06
3	Lahan Terbangun	6.320,75	4,85
Jumlah		130.258,43	100,00

Tabel 8 merupakan informasi luas penggunaan lahan hasil dari proses klasifikasi citra landsat 8 OLI/TIRS tahun 2017, dimana luas dari wilayah Kabupaten Bandung Barat adalah sebesar 130.258,43 Ha dibagi menjadi tiga kelas penggunaan lahan dengan nilai luas pada kelas badan air sebesar 11.883,64 Ha (9,12%), selanjutnya pada kelas lahan non terbangun sebesar 112.096,97 Ha (86,06%), dan pada kelas lahan terbangun memiliki luasan sebesar 6.320,75 Ha (4,85%).

Pada hasil klasifikasi citra landsat 8 OLI/TIRS periode tahun 2019 sangat terlihat perkembangan lahan terbangun yang begitu pesat di wilayah Kabupaten Bandung Barat. Berikut ini adalah peta hasil klasifikasi citra satelit landsat 8 OLI/TIRS pada tahun 2019 beserta tabel informasi luas penggunaan lahan yang dihasilkan.



Gambar 19 Peta Penggunaan Lahan Tahun 2019

Informasi luas kelas penggunaan lahan citra satelit landsat 8 OLI/TIRS pada tahun 2019 hasil klasifikasi citra pada wilayah Kabupaten Bandung Barat disajikan pada tabel berikut.

Tabel 9 Informasi Luas Klasifikasi Citra Landsat Tahun 2019

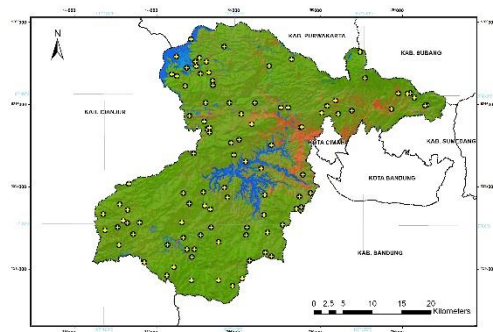
No	Kelas Penggunaan Lahan	Luas	
		(Ha)	(%)
1	Badan Air	11.883,64	9,12
2	Lahan Non Terbangun	106.646,94	81,87
3	Lahan Terbangun	11.775,94	9,04
Jumlah		130.258,43	100,00

Tabel 9 merupakan informasi luas penggunaan lahan hasil dari proses klasifikasi citra landsat 8 OLI/TIRS tahun 2019, dimana luas dari wilayah Kabupaten Bandung Barat adalah sebesar 130.258,43 Ha dibagi menjadi tiga kelas penggunaan lahan dengan nilai luas pada kelas badan air sebesar 11.883,64 Ha (9,12%), selanjutnya pada kelas lahan non terbangun sebesar 106.646,94 Ha (81,87%), dan pada kelas lahan terbangun memiliki luasan sebesar 11.775,94 Ha (9,04%).

Hasil Uji Ketelitian

Pengujian ketelitian hasil klasifikasi dilakukan berdasarkan matriks kesalahan, dimana diperoleh nilai akurasi pembuat (*producers accuracy*), akurasi pengguna (*users accuracy*), dan akurasi umum (*overall accuracy*). Nilai tersebut menunjukkan sejauh mana tepat atau tidaknya jenis tutupan yang diberi label

(kelas) pada suatu posisi koordinat tertentu. Berikut ini adalah gambar sebaran titik uji ketelitian yang dilakukan pada semua data landsat tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019.



Gambar 20 Sebaran Titik Uji Akurasi Klasifikasi Citra Landsat 8 OLI

Pada penelitian ini dilakukan uji akurasi klasifikasi citra dengan jumlah titik uji sebanyak 100 titik, dimana titik uji tersebar secara merata pada wilayah penelitian sebagai mana ditunjukkan pada Gambar 20.

Dari hasil uji ketelitian klasifikasi menggunakan *confusion matrix* terhadap keempat citra diperoleh hasil ketelitian masing – masing > 90% dengan rincian yang disajikan pada tabel sebagai berikut.

Tabel 10 Hasil *Confusion Matrix* Citra Landsat Tahun 2013

Kelas Penggunaan Lahan		Interpretasi Google Earth			Total	User Accuracy
		1	2	3		
Klasifikasi Citra	1	Badan Air	8	0	1	9
	2	Lahan Terbangun	2	14	2	18
	3	Lahan Non Terbangun	0	1	72	73
	Total	10	15	75	100	
Producer Accuracy		80.00	93.33	96.00		
Omission		20.00	6.67	4.00		
Overall Accuracy						94.00
Kappa						18.92

Tabel 11 Hasil *Confusion Matrix* Citra Landsat Tahun 2015

Kelas Penggunaan Lahan		Interpretasi Google Earth			Total	User Accuracy
		1	2	3		
Klasifikasi Citra	1	Badan Air	7	0	2	9
	2	Lahan Terbangun	0	17	4	21
	3	Lahan Non Terbangun	2	2	66	70
	Total	9	19	72	100	
Producer Accuracy		77.78	89.47	91.67		
Omission		22.22	10.53	8.33		
Overall Accuracy						90.00
Kappa						18.12

Tabel 12 Hasil *Confusion Matrix* Citra Landsat Tahun 2017

Kelas Penggunaan Lahan		Interpretasi Google Earth			Total	User Accuracy
		1	2	3		
Klasifikasi Citra	1	Badan Air	6	1	0	7
	2	Lahan Terbangun	1	23	3	27
	3	Lahan Non Terbangun	2	2	62	66
	Total	9	26	65	100	
Producer Accuracy		66.67	88.46	95.38		
Omission		33.33	11.54	4.62		
Overall Accuracy						91.00
Kappa						18.56

Tabel 13 Hasil *Confusion Matrix* Citra Landsat Tahun 2019

Kelas Penggunaan Lahan		Interpretasi Google Earth			Total	User Accuracy
		1	2	3		
Klasifikasi Citra	1	Badan Air	5	0	0	5
	2	Lahan Terbangun	0	29	4	33
	3	Lahan Non Terbangun	1	2	59	62
	Total	6	31	63	100	
Producer Accuracy		83.33	93.55	93.65		
Omission		16.67	6.45	6.35		
Overall Accuracy						93.00
Kappa						19.06

Berdasarkan uji ketelitian hasil klasifikasi tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019 yang ditunjukkan pada Tabel 10 hingga Tabel 13 diperoleh nilai akurasi pembuat (*producers accuracy*), akurasi pengguna (*users accuracy*), dan akurasi umum (*overall accuracy*). Besarnya akurasi pembuat (*producers accuracy*) untuk kelas penggunaan lahan terbangun adalah 93,33% pada tahun 2013, 89,47% pada tahun 2015, 88,84% pada tahun 2017, 93,55% pada tahun 2019. Selanjutnya untuk kelas penggunaan lahan berupa badan air dan lahan non terbangun adalah sebesar 80,00% dan 96,00% pada tahun 2013, 77,78% dan 91,67% pada tahun 2015, 66,67% dan 95,38% pada tahun 2017, 83,33% dan 93,65% pada tahun 2019. Sementara itu, besarnya akurasi pengguna (*users accuracy*) untuk masing-masing kelas penggunaan lahan berupa badan air, lahan terbangun, lahan non terbangun sebesar 88,89%, 77,78%, dan 98,63% pada tahun 2013, 77,78%, 80,95%, dan 94,29% pada tahun 2015, 85,71%, 85,19%, dan 93,94% pada tahun 2017, 100,00%, 87,88%, dan 95,16% pada tahun 2019. Besarnya akurasi umum (*overall accuracy*) hasil interpretasi pada citra ini

adalah sebesar 94,00% pada tahun 2013, 90,00% pada tahun 2015, 91,00% pada tahun 2017, 93,00% pada tahun 2019. Dari nilai-nilai tersebut terlihat bahwa nilai masing-masing ukuran ketelitian untuk setiap data lebih besar dari 90%, dengan demikian ketelitian klasifikasi tergolong sangat baik.

Analisis Perubahan Penggunaan Lahan

Untuk mengetahui perubahan penggunaan lahan yang terjadi, dilakukan dengan menggunakan metode tumpang susun atau *overlay* pada peta penggunaan lahan tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019 dari hasil klasifikasi citra landsat 8 OLI pada tahun tersebut.

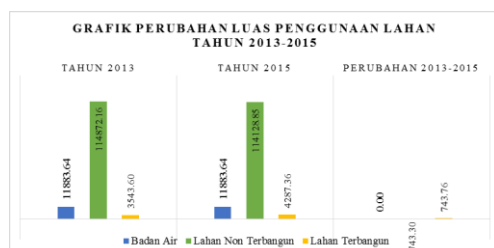
Kondisi Perubahan Luas Penggunaan Lahan Terbangun

Kondisi penggunaan lahan Kabupaten Bandung Barat pada periode tahun 2013 – 2015, peningkatan perubahan kelas lahan terbangun tidak terjadi kenaikan yang terlalu tinggi. Untuk lebih jelasnya, informasi mengenai perubahan penggunaan lahan pada periode tahun 2013-2015 disajikan dalam tabel dan grafik berikut ini:

Tabel 14 Perubahan Luas Penggunaan Lahan Tahun 2013 – 2015

No.	Kelas Penggunaan Lahan	Tahun 2013 Luas (Ha)	Tahun 2015 Luas (Ha)	Perubahan Luas Tahun 2013- 2015 Luas (Ha)	Luas (%)
1	Badan Air	11.883,64	11.883,64	0,00	0,00
2	Lahan Non Terbangun	114.872,16	114.128,85	-743,30	-0,57
3	Lahan Terbangun	3.543,60	4.287,36	743,76	0,57
	Jumlah	130.258,43	130.258,43	0,45	0,00

Grafik perubahan luas penggunaan lahan Kabupaten Bandung Barat periode tahun 2013 – 2015 disajikan pada gambar grafik sebagai berikut:



Gambar 21 Grafik Perubahan Luas Penggunaan Lahan Periode 2013 – 2015

Pada Gambar 21 dapat dijelaskan bahwa pada periode tahun 2013-2015 terjadi peningkatan lahan terbangun yang mengalami perubahan luas lahan sebanyak 743,76 Ha (0,57%), dengan bertambahnya luas lahan terbangun mengakibatkan terjadinya pengurangan luas pada lahan non terbangun sebesar -743,30 Ha (-0,57%), kemudian pada kelas badan air memiliki luas tatap yaitu sebesar 11883,64 Ha.

Selanjutnya kondisi penggunaan lahan Kabupaten Bandung Barat pada periode tahun 2015 – 2017, mengalami peningkatan perubahan kelas lahan non terbangun menjadi lahan terbangun yang cukup tinggi. Untuk lebih jelasnya disajikan dalam tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 15 Perubahan Luas Penggunaan Lahan Tahun 2015 – 2017

No.	Kelas Penggunaan Lahan	Tahun 2015 Luas (Ha)	Tahun 2017 Luas (Ha)	Perubahan Luas Tahun 2015- 2017 Luas (Ha)	Luas (%)
1	Badan Air	11.883,64	11.883,64	0,00	0,00
2	Lahan Non Terbangun	114.128,85	112.096,97	-2.031,88	-1,56
3	Lahan Terbangun	4.287,36	6.320,75	2.033,39	1,56
	Jumlah	130.258,43	130.258,43	1,51	0,00

Grafik perubahan luas penggunaan lahan Kabupaten Bandung Barat periode tahun 2015 – 2017 disajikan pada gambar grafik sebagai berikut:



Gambar 22 Grafik Perubahan Luas Penggunaan Lahan Periode 2015 – 2017

Pada Gambar 22 dapat dijelaskan bahwa pada periode tahun 2015-2017 terjadi peningkatan yang cukup tinggi pada lahan terbangun yang mengalami perubahan luas lahan sebanyak 2.033,39 Ha (1,56%), dengan bertambahnya luas lahan terbangun mengakibatkan terjadinya pengurangan luas pada lahan non terbangun sebesar -2.031,88 Ha (-

1,56%), kemudian pada kelas badan air memiliki luas tatap yaitu sebesar 11883,64 Ha.

Selanjutnya kondisi penggunaan lahan pada periode tahun 2017 – 2019, mengalami peningkatan perubahan kelas lahan non terbangun menjadi lahan terbangun yang sangat tinggi. Untuk lebih jelasnya disajikan dalam tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 16 Perubahan Luas Penggunaan Lahan Tahun 2017 – 2019

No.	Kelas Penggunaan Lahan	Tahun 2017 Luas (Ha)	Tahun 2019 Luas (Ha)	Perubahan Luas Tahun 2017 - 2019 Luas (Ha)	Luas (%)
1	Badan Air	11.883,64	11.883,64	0,00	0,00
2	Lahan Non Terbangun	112.096,97	106.646,94	-5.450,04	-4,18
3	Lahan Terbangun	6.320,75	11.775,94	5.455,19	4,19
	Jumlah	130.258,43	130.258,43		0,00

Grafik perubahan luas penggunaan lahan Kabupaten Bandung Barat periode tahun 2017 – 2019 disajikan pada gambar grafik sebagai berikut:



Gambar 23 Grafik Perubahan Luas Penggunaan Lahan Periode 2017 – 2019

Pada Gambar 23 dapat dijelaskan bahwa pada periode tahun 2017-2019 terjadi peningkatan lahan terbangun yang mengalami perubahan luas lahan sebanyak 5.455,19 Ha (4,18%), dengan bertambahnya luas lahan terbangun mengakibatkan terjadinya pengurangan luas pada lahan non terbangun sebesar -2.031,88 Ha (-4,19%), kemudian pada kelas badan air memiliki luas tatap yaitu sebesar 11883,64 Ha.

Selanjutnya kondisi penggunaan lahan Kabupaten Bandung Barat pada periode tahun 2013 – 2019, mengalami peningkatan perubahan kelas lahan non terbangun menjadi lahan terbangun yang sangat tinggi. Untuk lebih jelasnya disajikan dalam tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 17 Perubahan Luas Penggunaan Lahan Tahun 2013 – 2019

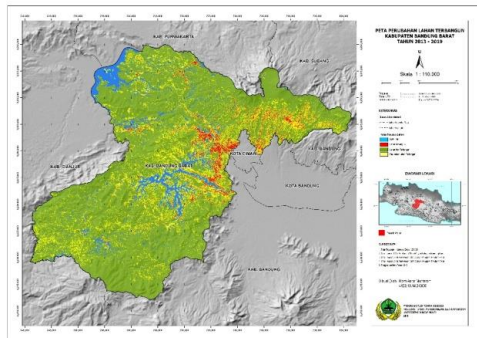
No.	Kelas Penggunaan Lahan	Tahun 2013 Luas (Ha)	Tahun 2019 Luas (Ha)	Perubahan Luas Tahun 2013 - 2019 Luas (Ha)	Luas (%)
1	Badan Air	11.883,64	11.883,64	0,00	0,00
2	Lahan Non Terbangun	114.872,16	106.646,94	-8.225,22	-6,31
3	Lahan Terbangun	3.543,60	11.775,94	8.232,34	6,32
	Jumlah	130.258,43	130.258,43		0,01

Grafik perubahan luas penggunaan lahan Kabupaten Bandung Barat periode tahun 2013 – 2019 disajikan pada gambar grafik sebagai berikut:



Gambar 24 Grafik Perubahan Luas Penggunaan Lahan Periode 2013 – 2019

Kondisi penggunaan lahan di wilayah Kabupaten Bandung Barat didominasi oleh lahan non terbangun (hutan, perkebunan, sawah dan lahan terbuka), perubahan pada periode tahun 2013 sampai dengan tahun 2019 yang terjadi pada kelas lahan non terbangun menjadi lahan terbangun dapat dilihat uraian data Tabel 17. Luas lahan non terbangun sebesar 114.872,16 Ha (88,19%) pada tahun 2013 mengalami pengurangan luas menjadi 106.646,94 Ha (81,87%) pada tahun 2019. Selanjutnya perubahan luas lahan terbangun sebesar 3.543,60 Ha (2,72%) pada tahun 2013 mengalami peningkatan luas menjadi 11.775,94 Ha (9,04%) pada tahun 2019. Sehingga terjadi peningkatan perubahan luas lahan terbangun sebanyak 8.232,34 Ha (6,32%) yang mengakibatkan berkurangnya lahan non terbangun sebesar -8,225,22 Ha (-6,31%). Perubahan lahan non terbangun menjadi lahan terbangun dari tahun 2013 hingga 2019 dapat dilihat dari peta perubahan. Peta perubahan menunjukkan bahwa lahan terbangun terus meningkat dan tersebar hampir ke seluruh wilayah kajian, sedangkan lahan non terbangun terus berkurang.



Gambar 25 Peta Perubahan Luas Lahan Terbangun Tahun 2013-2019

Arah Perkembangan Lahan Terbangun Kabupaten Bandung Barat

Arah perkembangan penggunaan lahan secara umumnya terjadi secara horizontal maupun vertikal. Di kawasan-kawasan perkotaan, perkembangan secara vertikal banyak dilakukan dalam penggunaan lahan sebagai fungsi hunian, perkantoran, perdagangan dan jasa, maupun campuran antara beberapa fungsi ruang. Analisis perkembangan wilayah dapat dilakukan dengan menggunakan pemodelan, dalam penelitian ini hal yang dilakukan adalah menganalisis lahan non terbangun menjadi lahan terbangun dimana perubahan tersebut dapat dikatakan sebagai sebuah perkembangan wilayah dengan parameter lahan terbangun yang semakin meningkat. Selanjutnya untuk mengetahui arah perkembangan lahan terbangun di Kabupaten Bandung Barat yaitu memanfaatkan data batas administrasi kecamatan, dengan analisis yang dilakukan menggunakan metode *overlay intersect*, dimana hasil analisis tersebut menghasilkan perubahan lahan terbangun berdasarkan wilayah kecamatan. Arah perkembangan lahan terbangun dapat diidentifikasi dengan cara melihat peningkatan perubahan lahan non terbangun menjadi lahan terbangun serta perkembangan wilayah yang paling tinggi yang mengarah pada suatu wilayah kecamatan.

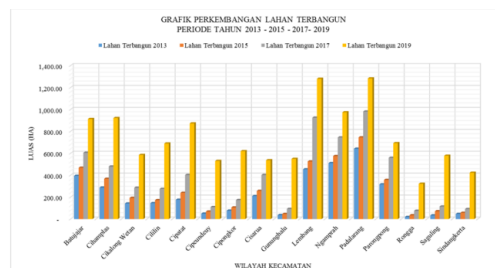
Adapun hasil pengolahan data dari hasil analisis tersebut yaitu informasi luas

penggunaan lahan pada wilayah kecamatan dengan mengidentifikasi peningkatan lahan terbangun yang disajikan pada tabel dan grafik berikut ini:

Tabel 18 Perkembangan Penggunaan Lahan Kabupaten Bandung Barat Per-Kecamatan Periode Tahun 2013 – 2019

No	Kecamatan	Luas Lahan Terbangun 2013	Perkembangan Lahan Tahun 2013			Perkembangan Lahan Tahun 2015			Perkembangan Lahan Tahun 2017			Perkembangan Lahan Tahun 2019		
			Batas Air	Terbangun	Non Terbangun	Batas Air	Terbangun	Non Terbangun	Batas Air	Terbangun	Non Terbangun	Batas Air	Terbangun	Non Terbangun
1.	Bandung	1.032.27	173.39	394.41	1.032.27	173.39	394.41	1.032.27	173.39	394.41	1.032.27	173.39	394.41	1.032.27
2.	Cimahi	4.519.19	451.41	27.41	4.519.19	451.41	27.41	4.519.19	451.41	27.41	4.519.19	451.41	27.41	4.519.19
3.	Citanduy	1.132.27	412.11	24.11	1.132.27	412.11	24.11	1.132.27	412.11	24.11	1.132.27	412.11	24.11	1.132.27
4.	Citongkor	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27
5.	Cugenang	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27
6.	Cugenang	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27
7.	Cugenang	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27
8.	Cugenang	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27
9.	Cugenang	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27
10.	Cugenang	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27
11.	Cugenang	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27
12.	Cugenang	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27
13.	Cugenang	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27
14.	Cugenang	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27
15.	Cugenang	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27
16.	Cugenang	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27
17.	Cugenang	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27
18.	Cugenang	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27
19.	Cugenang	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27
20.	Cugenang	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27	1.032.27

Grafik Perkembangan Penggunaan Lahan Terbangun per-kecamatan di Kabupaten Bandung Barat periode tahun 2013, 2015, 2017 dan 2019 disajikan pada gambar grafik sebagai berikut.



Gambar 26 Grafik Perkembangan Penggunaan Lahan Terbangun Kabupaten Bandung Barat Per-Kecamatan Periode Tahun 2013 – 2019

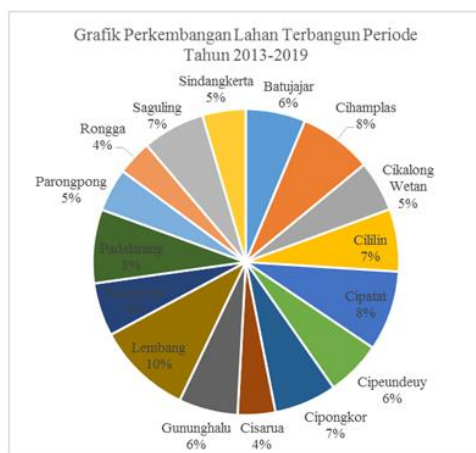
Berdasarkan tabel dan grafik yang disajikan dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan luas lahan terbangun yang cukup pesat di wilayah Kabupaten Bandung Barat. Peningkatan luas lahan terbangun tersebut berdampak pada berkurangnya luas lahan non terbangun. Peningkatan luas lahan terbangun pada periode tahun 2013 hingga 2015 tidak terlalu tinggi, begitu juga peningkatan luas lahan pada periode 2015 hingga 2017 yang peningkatannya tidak terlalu tinggi pula. Peningkatan luas lahan terbangun yang cukup signifikan dan sangat tinggi terlihat pada periode tahun 2017 hingga

2019, dengan pola perubahan lahan terbangun memanjang mengikuti jalan. Perkembangan lahan terbangun pada periode tahun 2013 hingga 2019 disajikan pada tabel dan grafik sebagai berikut.

Tabel 19 Perkembangan Lahan Terbangun Periode Tahun 2013-2019

No	Kecamatan	Luas Wilayah Kecamatan (Ha)	Perkembangan Lahan Terbangun Tahun 2013-2019	
			Luas (Ha)	Luas (%)
1	Batujajar	3.232.17	518.35	6.30
2	Cihampelas	4.558.39	634.28	7.71
3	Cikalong Wetan	11.580.23	442.47	5.38
4	Cililin	7.817.34	543.74	6.61
5	Cipatat	12.015.77	695.98	8.46
6	Cipeundeuy	10.863.06	480.23	5.84
7	Cipongkor	8.277.14	541.98	6.59
8	Cisarua	5.428.41	326.88	3.97
9	Gununghalu	16.665.59	512.69	6.23
10	Lembang	9.563.60	825.71	10.04
11	Ngamprah	3.206.33	463.52	5.64
12	Padalarang	5.292.68	641.23	7.80
13	Parongpong	4.223.92	375.77	4.57
14	Rongga	11.721.02	302.79	3.68
15	Saguling	4.971.16	543.72	6.61
16	Sindangkerta	10.841.61	375.88	4.57
Jumlah		130.258.43	8.225.22	100.00

Persentase perkembangan lahan terbangun per-kecamatan periode tahun 2013 – 2019 disajikan pada gambar grafik sebagai berikut



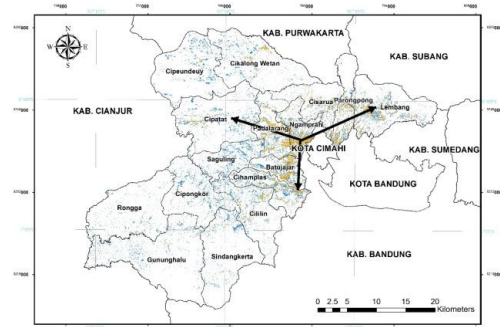
Gambar 27 Grafik Persentase Perkembangan Lahan Terbangun Per-kecamatan Periode Tahun 2013-2019

Identifikasi arah perkembangan lahan terbangun ditentukan oleh wilayah dengan *existing* lahan terbangun yang sangat tinggi di tahun 2013 yaitu pada Kecamatan Ngamprah, dimana Kecamatan Ngamprah merupakan daerah pusat perkantoran Kabupaten Bandung Barat. Arah

perkembangan perubahan luas lahan yang sangat tinggi yaitu menuju ke arah Timur Laut dimana arah perkembangan tersebut mengarah pada Kecamatan Lembang dengan peningkatan lahan terbangun sebesar 825,71 Ha atau sekitar 10,04% dari total perubahan luas lahan terbangun di Kabupaten Bandung Barat yakni sebesar 8.225,22 Ha.

Selain Kecamatan Lembang yang ditentukan sebagai wilayah dengan perkembangan lahan terbangun yang sangat tinggi, Arah perkembangan juga menuju ke arah Barat Laut dan ke arah Selatan, dimana perkembangan ke arah Barat Laut mengarah pada Kecamatan Cipatat dan Kecamatan Padalarang dengan peningkatan lahan terbangun sebesar 695,98 Ha (8,46%), dan 641,23 Ha (7,80%). Selanjutnya perkembangan yang menuju ke arah Selatan yaitu mengarah pada Kecamatan Cihampelas dengan peningkatan lahan terbangun sebesar 634,28 Ha (7,71%) yang ditentukan sebagai wilayah dengan perkembangan lahan terbangun yang cukup tinggi di Kabupaten Bandung Barat.

Arah perkembangan lahan terbangun di Kabupaten Bandung Barat disajikan pada peta sebagai berikut.



Gambar 28 Peta Arah Perubahan Luas Lahan Terbangun Tahun 2013-2019

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian identifikasi lahan terbangun di Kabupaten Bandung Barat, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi perubahan luas lahan terbangun di Kabupaten Bandung Barat setelah pemekaran dari Kabupaten Bandung meningkat cukup signifikan dengan pola perubahan lahan terbangun memanjang mengikuti jalan. Pada periode tahun 2013 hingga 2015 terjadi peningkatan lahan terbangun sebanyak 743,76 Ha (0,57%), selanjutnya pada periode tahun 2015 hingga 2017 terjadi peningkatan lahan terbangun sebanyak 2.033,39 Ha (1,56%), Peningkatan lahan terbangun yang sangat tinggi terdapat pada periode tahun 2017 hingga 2019 yakni dengan peningkatan lahan terbangun sebanyak 5.455,19 Ha (4,18%). Lajunya peningkatan pada kelas lahan terbangun berdampak pada kelas lahan non terbangun.
2. Arah perkembangan lahan terbangun yang sangat tinggi yaitu menuju ke arah Timur Laut yang mengarah pada Kecamatan Lembang dengan peningkatan lahan terbangun sebesar 825,71 Ha (10,04%). Selain ke arah Timur Laut arah perkembangan juga menuju ke arah Barat Laut dan ke arah Selatan, dimana perkembangan ke arah Barat Laut mengarah pada Kecamatan Cipatat dan Kecamatan Padalarang dengan peningkatan lahan terbangun sebesar 695,98 Ha (8,46%), dan 641,23 Ha (7,80%). Selanjutnya perkembangan yang menuju ke arah Selatan yaitu mengarah pada Kecamatan Cihampelas dengan peningkatan lahan terbangun sebesar 634,28 Ha (7,71%).

Saran

Untuk perbaikan pada penelitian berikutnya, diperlukan analisis kesesuaian berdasarkan RTRW di wilayah penelitian sehingga pada kesimpulan yang diambil dapat menganalisis monitoring perkembangan pembangunan yang terjadi pada wilayah penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Aronoff, Stan. 1993. *Geographic Information System: A Management Perspective*. WDL Publication. Ottawa, Canada.
- Allen, Franklin, and Douglas Gale, 2000, "*Financial Contagion*" in: *The Journal of Political Economy*, Vol. 108 No. 1, 1-33.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2015. *Ketelitian Peta Dasar*. SNI 8202:2015 Jakarta.
- Chander, G., L. B. & Barsi, J. A., 2007. *Revised Landsat-5 Thematic Mapper Radiometric Calibration*. IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 4(3), pp. 490-494.
- Chang, Chein-I dan H.Ren. 2000. *An Experiment-Based Quantitative and Comparative Analysis of Target Detection and Image Classification Algorithms for Hyperspectral Imagery*. IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing.
- Danoedoro, Projo, 1996. *Pengolahan Citra Digital – Teori dan Aplikasinya dalam Bidang Penginderaan Jauh*. Yogyakarta, Fakultas Geografi, UGM.
- Danoedoro, Projo. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta, Fakultas Geografi, UGM.
- Demers, Michael N.(1997). *Fundamentals of Geographic Information Systems*. New Mexico State University. John Wiley & Sons, Inc
- Dwieka, 2019. *Analisis Arah Perkembangan Lahan Terbangun di Kota Surakarta Tahun 2000-2018 menggunakan Citra Landsat 8 OLI*. Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Estes, J, 1992. *Remote Sensing and GIS Integration: Research Needs, Status and Trends*, ITC Journal 1992-1.

- Elly, M.J. 2009. *Sistem Informasi Geografi*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Febrianti, Nur dan, Sofan, Parwati. 2014. *Ruang Terbuka Hijau Di DKI Jakarta Berdasarkan Analisis Spasial Dan Spektral Data Landsat 8*. LAPAN.
- Indarto. 2014. *Teori dan Praktek Penginderaan Jauh*. CV ANDI. Yogyakarta.
- Jati, Ardiawan. 2013. *Aplikasi Penginderaan Jauh Untuk Monitoring Perubahan Ruang Terbuka Hijau (Studi Kasus: Wilayah Barat Kabupaten Pasuruan)*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Jaya INS. 2010. *Analisis Citra Digital Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam*. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Kardono, P., Karsidi, A., Haryani, N.S., Purwadhi, F.S.H, Rakhmatulloh. 2015. *Aplikasi Penginderaan Jauh Sistem Informasi Geografis untuk Pengembangan Wilayah*. Jakarta: Polimedia Publishing.
- Lo, C.P, 1996. *Penginderaan Jauh Terapan*. Jakarta; Penerbit Universitas Indonesia (UI-PRESS).
- Lillesand, Thomas M and Ralph W Kiefer. 1990. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Purwadhi, Sri Hardiayanti. 2001. *Interpretasi Citra Digital*. Grasindo. Jakarta
- Prahasta, Eddy. 2015. *SIG: Tutorial ArcGIS Desktop Untuk Bidang Geodesi & Geomatika*. Informatika Bandung. Bandung
- Prama, W. & Zahrotunisa, S. 2017. *Prediksi Spasial Lahan Terbangun Melalui Pemanfaatan Citra Landsat Multitemporal di Bogor*. JOIN. Nomor 1, Volume 02. Halaman 30-35.
- Putri, 2018. *Aplikasi Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis untuk Mengkaji Perubahan Penutup Lahan dan Arah Perkembangan Lahan Terbangun di Kota Batu, Provinsi Jawa Timur*. Skripsi, Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Suprayogi, 2017. *Analisis Temporal Untuk Pemantauan Perubahan Ruang Terbuka Hijau Memanfaatkan Citra Satelit Landsat Dikaitkan Dengan Kesesuaian Terhadap RTRW*. Fakultas Teknik Universitas Winaya Mukti, Bandung.
- Sampurno, R.M & Thoriq, A. 2016. *Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) di Kabupaten Sumedang*. Jurnal Teknotan. Nomor 2. Volume 10. Halaman 61-70.
- Sutanto, 1986, *Penginderaan Jauh Jilid 1*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sutanto, 1994, *Penginderaan Jauh Jilid 2*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Star, J.L., 1991. *Improve Integration of Remote Sensing and GIS: A Background to NCGIA Initiative 12, Photogrammetric Engineering and Remote Sesing*, Vol. 57, No. 6.
- Website United States Geological Survey (USGS) <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Diakses pada tanggal 14 Oktober 2019 Bandung.