

Identification of Land Area Changes in the Cikeruh Sub-watershed Area Using Landsat 8 Imagery with Google Earth Engine (GEE)

Identifikasi Perubahan Luasan Lahan di Wilayah Sub-DAS Cikeruh Menggunakan Citra Landsat 8 dengan Google Earth Engine (GEE)

Aditya Rahman Lopian¹, Edy Suryadi¹, Kharistya Amaru¹

¹Universitas Padjadjaran, Sumedang, Indonesia

*surel: Adityarahman2197@gmail.com

ABSTRACT

Land cover information is the data needed in the management of watersheds. Identification to obtain land cover using a cloud-based spatial data processing platform Google Earth Engine (GEE). This study aims to identify changes in land area in the Cikeruh sub-watershed area by classifying them using a machine learning basis on GEE. Utilization of Landsat imagery is applied in the operation of the Google Earth Engine (GEE) platform using Landsat 8 imagery. The analysis method used is the interpretation of Support Vector Machine (SVM) imagery with the identified years since 2015 until 2020. This research still has deficiencies, especially in the validation of land cover classes and area mapped and analyzed.

Keywords:

Land Cover,
Watershed,
Google Earth Engine (GEE)

Received: July 22nd 2023
Reviewed: July 27th 2023
Published: August 09th 2023

ABSTRAK

Informasi tutupan lahan merupakan data yang diperlukan dalam pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS). Identifikasi untuk memperoleh tutupan lahan memanfaatkan platform olah data spasial berbasis cloud yaitu Google Earth Engine (GEE). Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan luasan lahan di wilayah Sub-DAS Cikeruh dengan pengklasifikasian menggunakan basis machine learning pada GEE. Pemanfaatan citra Landsat diaplikasikan dalam pengoperasian platform Google Earth Engine (GEE) dengan menggunakan citra Landsat 8. Adapun metode analisis yang digunakan adalah interpretasi citra Support Vector Machine (SVM) dengan tahun yang diidentifikasi yaitu tahun 2015 sampai tahun 2020. Penelitian ini masih terdapat kekurangan terutama validasi kelas tutupan lahan dan luasan yang dipetakan dan dianalisis.

Kata Kunci:

Tutupan Lahan,
Daerah Aliran Sungai (DAS),
Google Earth Engine (GEE)

Diterima: 22 Juli 2023
Direview: 27 Juli 2023
Dipublikasi: 09 Agustus 2023



PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan wilayah yang dibatasi oleh titik ketinggian yang berbentuk punggung gunung yang mengalirkan air dari tempat yang paling ke tempat yang rendah. Daerah Aliran Sungai (DAS) juga merupakan tempat berkumpulnya air hujan yang jatuh ke permukaan untuk kemudian menyalurkannya ke laut melalui sungai utama [1]. Ekosistem DAS dibagi menjadi 3 bagian yaitu mulai dari hulu, tengah, hingga ke hilir. Kondisi DAS terpenting dimulai dari bagian hulu sebab akan berdampak langsung pada kondisi yang ada di hilir, oleh karena itu pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) sangat penting dilakukan. Aspek utama yang dikendalikan pada proses pengelolaan DAS yaitu kondisi tutupan lahan, tanah, air, dan manusia [2]. Untuk itu, dalam pengelolaan DAS informasi tutupan lahan memiliki peran penting karena berfungsi sebagai kajian hidrologis yang ada di sekitar wilayah DAS.

Tutupan lahan atau penggunaan lahan merupakan suatu upaya merencanakan penggunaan lahan dalam suatu Kawasan yang meliputi pembagian wilayah untuk pengkhususan fungsi-fungsi tertentu seperti pemukiman, industri, pertanian, dan lain-lain [3]. Oleh karena itu, penggunaan lahan merupakan faktor penentu utama dalam pengelolaan lingkungan. Keseimbangan antara Kawasan budidaya dan Kawasan konservasi merupakan kunci dari pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan. Keseimbangan dari tutupan lahan bias diidentifikasi dengan pemetaan tutupan lahan serta besar luasan dari pembagian kelas tutupan lahan yang mengalami perubahan ditinjau dari waktu beberapa tahun terakhir.

Pemetaan tutupan lahan dapat dilakukan dengan *Remote Sensing* (Penginderaan Jarak Jauh) yang merupakan seni dan ilmu untuk mendapatkan informasi tentang obyek, area atau fenomena melalui Analisa terhadap data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa kontak langsung dengan obyek, daeran ataupun fenomena yang dikaji [4]. Penginderaan jarak jauh dilakukan dengan memanfaatkan interpretasi citra satelit landsat 8. Pemanfaatan citra landsat diaplikasikan dalam pengoperasian platform *Google Earth Engine* (GEE). Kelebihan yang dimiliki Google Earth Engine (GEE) dalam mengakses data dalam jumlah besar dengan data yang diolah berbasis cloud membuat proses analisis data dengan skala besar dapat dilakukan tanpa menggunakan super komputer [5]. Pengguna dapat mengakses dan menganalisis data dari katalog publik serta data pribadi menggunakan perpustakaan operator yang disediakan oleh *Earth Engine Application Programming Interface* (API). Selain itu, pengolahan data pada GEE memiliki cakupan yang lebih kompleks dan disesuaikan dengan kebutuhan karena GEE memiliki *Application Programming Interface* (API) yang tersedia untuk Java Script dan Phyton.

Pemetaan tutupan lahan menggunakan metode machine learning. Metode analisis yang digunakan adalah interpretasi citra *Support Vector Machine* (SVM). *Google Earth Engine* (GEE) memiliki beberapa metode machine learning yang dapat digunakan untuk proses analisis. Tingkat akurasi untuk proses analisis ditentukan berdasarkan machine learning yang digunakan untuk identifikasi tutupan lahan. Algoritma *Support Vector Machine* (SVM) merupakan pendekatan machine learning yang memanfaatkan ruang hipotesis berupa fungsi-fungsi linier dalam suatu fitur ruang dengan dimensi tinggi, dilatih dengan algoritma pembelajaran yang didasarkan pada teori optimasi dengan mengimplementasikan learning bias yang berasal dari teori pembelajaran statistik [6].

Tujuan dari penelitian kali ini adalah untuk memetakan tutupan lahan di wilayah Sub DAS Cikeruh dengan menggunakan metode machine learning yang tersedia pada *Google Earth Engine* (GEE). Sub DAS Cikeruh merupakan bagian hulu dari DAS Citarum yang mana di sekitar wilayah Sub DAS Cikeruh sering terjadi fenomena berupa banjir dan erosi. Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk mengetahui perubahan besaran luasan tutupan lahan yang dibagi menjadi beberapa kelas yang diharapkan bisa menjadi informasi dasar untuk pengelolaan Sub DAS Cikeruh serta perencanaan penanganan banjir dan erosi yang terjadi di sekitar wilayah Sub DAS Cikeruh.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan terhadap wilayah DAS Citarum Hulu, tepatnya di wilayah Sub DAS Cikeruh. Letak geografis Sub DAS Cikeruh adalah antara garis Bujur Timur $107^{\circ}41'00''$ BT – $107^{\circ}48'30''$ BT dan antara garis Lintang Selatan $6^{\circ}48'30''$ LS – $6^{\circ}59'15''$ LS. Secara administrasi Sub DAS Cikeruh berada pada wilayah Kabupaten Sumedang di bagian Hulu meliputi Kecamatan Jatinangor dan Tanjungsari dan Kabupaten Bandung dibagian hilir meliputi wilayah Kecamatan Rancaekek. Alat yang digunakan untuk kebutuhan penelitian diantaranya Laptop untuk pengolahan data penelitian, platform *Google Earth Engine* (GEE) untuk analisis tutupan lahan serta luasannya, dan Kamera GPS untuk proses *Ground Check Point* (GCP) atau pengambilan titik sampel terhadap lokasi yang dianalisis. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian kali ini diantaranya data shape file batas wilayah Sub DAS Cikeruh tahun 2018 dari Bappenas dan RBI tahun 2018 dengan skala 1:25.000, data citra landsat 8 yang bersumber dari *Google Earth Engine* (GEE), software Google Chrome untuk mengoperasikan platform *Google Earth Engine* (GEE). Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah menggunakan metode deskriptif. Metode analisis deskriptif berfungsi untuk memberikan gambaran terhadap obyek yang diteliti melalui data yang diperoleh untuk membuat kesimpulan [7]. Analisis yang dilakukan pada penelitian kali ini yaitu melakukan interpretasi citra berdasarkan penginderaan jarak jauh dengan memanfaatkan citra satelit landsat 8 untuk mengetahui permukaan dari jauh. Penelitian ini diawali dengan pengumpulan data yang diperoleh dari instansi kemudian dilakukan proses interpretasi citra menggunakan platform *Google Earth Engine* (GEE).

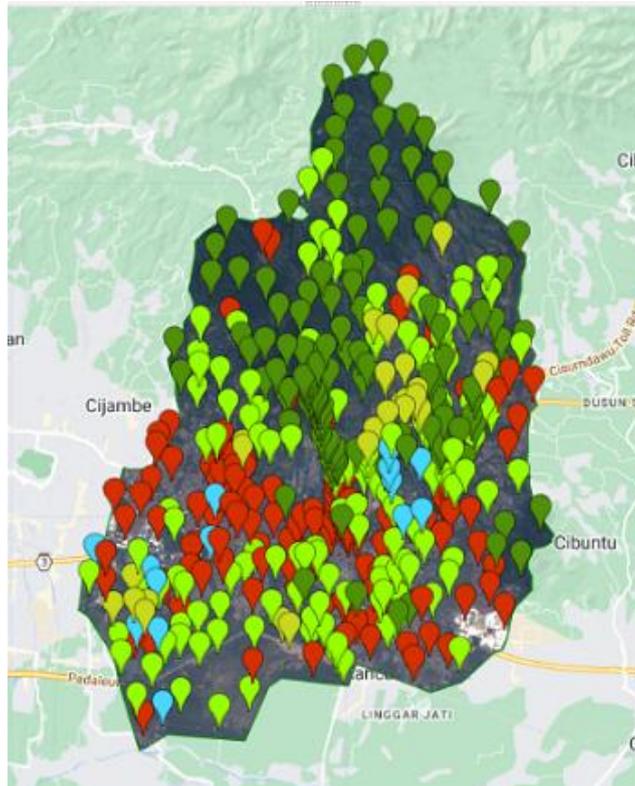
Penelitian kali ini memerlukan data pendukung yang digunakan dalam proses analisis yang dilakukan dengan menggunakan *Google Earth Engine* (GEE). Data yang digunakan merupakan data peta penggunaan lahan yang diperoleh dari instansi Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas). Data tersebut meliputi data peta batas wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Cikeruh. Fungsi dari penggunaan data yang dikumpulkan adalah untuk menunjukkan cakupan wilayah analisis yang nantinya akan di-upload ke platform *Google Earth Engine* (GEE). Format data yang didukung oleh *Google Earth Engine* (GEE) yaitu berupa shp. file, dbf. file, cpj. file, prj. file, sbn. file, dan sbx. file. Pelaksanaan penelitian secara lengkap tertera pada Gambar 1.

Pengolahan data pada penelitian kali diawali dengan input data batas wilayah sub DAS Cikeruh dengan format *shape file*. *Import* data tersebut bertujuan untuk menampilkan data wilayah yang lebih spesifik karena terdapat batasan yang akan terlihat pada *layer* untuk wilayah yang akan dianalisis. *Import* data *shape file* yang telah tersedia dilakukan dengan memilih data yang tersedia pada *Assets* yang kemudian diseleksi format yang dibutuhkan meliputi shp, zip, dbf, prj, shx, cpj, fix, qix, sbn, dan shp.xml.

Tahapan yang dilakukan selanjutnya yaitu penapisan *Gaussian* yang digunakan untuk meminimalisir atau bahkan menghilangkan *noise* yang terjadi saat pengambilan data citra yang digunakan. Munculnya *Gaussian noise* biasanya terjadi karena adanya pengaruh dari alam seperti getaran termal, faktor suhu, ataupun radiasi dari benda. Hal tersebut akan mempengaruhi kualitas pixel yang diperoleh dalam menggunakan data citra satelit. Oleh karena itu, untuk memperoleh hasil dan kualitas pixel yang baik dalam menggunakan data citra, terlebih dahulu dilakukan penapisan *Gaussian*.

Setelah penapisan *Gaussian* telah diproses, maka selanjutnya dilakukan *filter date* untuk menggunakan data citra satelit sesuai dengan tahun yang dianalisis, yang mana pada penelitian kali ini menganalisis data citra tahun 2015-2020. Penggunaan data citra pertahun yang dianalisis disesuaikan dengan *Geometry/wilayah* analisis yang telah ditentukan yaitu sekitar wilayah Sub-DAS Cikeruh. Adanya algoritma *cloud removal* dan juga *median* pada *Google Earth Engine* (GEE) menghasilkan pemanfaatan citra satelit yang menampilkan tutupan awan paling sedikit berdasarkan rentang waktu yang diperlukan. *Filter date* menggunakan *assets image collection* pada *Google Earth Engine* (GEE) yang dikombinasikan dengan hasil citra landsat 8 dan reflektan *Top of Atmosphere* (TOA).

Interpretasi secara visual (manual) dilakukan terhadap data penginderaan jauh yang berdasarkan pada pengenalan ciri/karakteristik objek secara keruangan. Karakteristik objek dapat dikenali berdasarkan 9 unsur interpretasi yaitu bentuk, ukuran, pola, bayangan, rona/warna, tekstur, situs, asosiasi dan konvergensi bukti. Tahapan yang dilakukan pada interpretasi secara visual adalah dengan menggunakan teknik kombinasi RGB dalam bentuk citra komposit [8].



Gambar 2. Sampel Hasil GCP
Sumber: Hasil Analisis, 2023

Gambar 2 di atas merupakan sampel *Ground Check Point* (GCP) yang diperoleh berdasarkan hasil survey lapangan dengan titik yang dianalisis berdasarkan koordinat menggunakan Kamera GPS. Hasil dari *Ground Check Point* (GCP) kemudian diolah pada *Google Earth Engine* (GEE). Tahap klasifikasi *Supervised* (Terbimbing) dilakukan berdasarkan sampel hasil *Ground Check Point* (GCP) yang telah dilakukan dengan hasil sampel titik survey yang diperoleh untuk proses analisis yaitu sebanyak 1.337 titik. Sampel yang diperoleh deprogram dengan menggunakan algoritma klasifikasi citra yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu *Support Vector Machine* (SVM). Klasifikasi *Support Vector Machine* (SVM) mengklasifikasikan setiap parameter yang ditentukan dalam suatu piksel berdasarkan suatu piksel dengan kelas/parameter tertentu dalam suatu piksel. Hasil dari algoritma *Support Vector Machine* (SVM) kemudian dikombinasikan dengan Kombinasi band yang digunakan untuk analisis *training area* yaitu dengan band 6-5-4. Kombinasi dilakukan dengan menuangkan *script* pada *Google Earth Engine* (GEE) sebagai berikut:

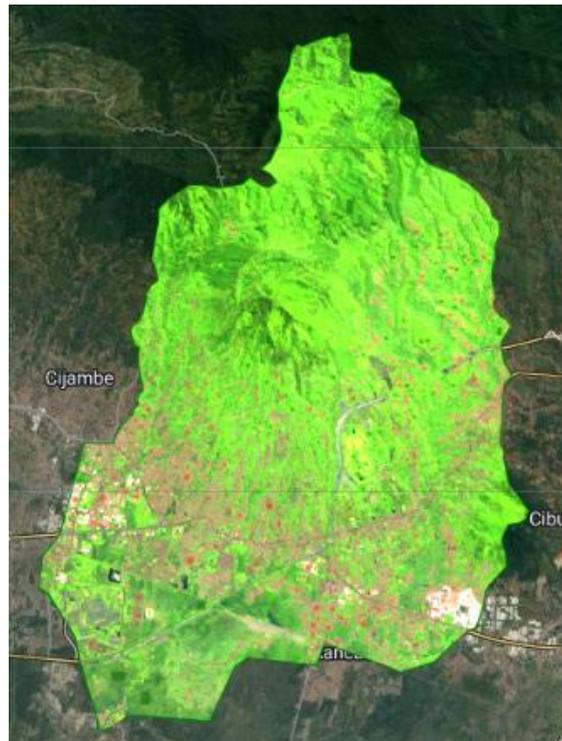
```
(1) var aoi = Urban.merge(Forest).merge(Agriculture)
(2) var bands = ([ 'B1', 'B2', 'B3', 'B4', 'B5', 'B6', 'B7' ])
(3) var training = composite.select(bands).sampleRegions({
  collection: aoi,
  properties: ['LandCover'],
  scale: 30
});
(4) var classifier = ee.Classifier.libsvm().train({
  features: training,
  classProperty: 'LandCover',
```

```

    inputProperties: bands
  });
(5) var classified = composite.select(bands).classify(classifier);
(6) Map.addLayer(classified,
    {min: 0, max: 5, palette: ['d63000','1b6c04','36e21c', 'fffd1b','00ffff'], classification'});

```

Berdasarkan *script* di atas, kombinasi algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dengan band 6-5-4, diperoleh hasil seperti **Gambar 3** di bawah yang menunjukkan pembagian tutupan lahan dengan warna hijau cerah untuk identifikasi tutupan lahan sawah, hijau pekat menunjukkan hutan, merah menunjukkan lahan terbangun, dan kuning menunjukkan lahan kosong.



Gambar 3. Hasil Kombinasi SVM dan RGB Band 6-5-4
Sumber: Hasil Analisis, 2023

Tahap uji akurasi dilakukan setelah memperoleh hasil klasifikasi. Uji akurasi dan nilai kappa sangat perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kecocokan hasil analisis dengan kondisi sebenarnya. Tahap uji akurasi pada proses analisis dilakukan dengan menggunakan *script* sebagai berikut:

```

(1) var akurasi_aoi = akurasi_urban.merge(akurasi_forest).merge(akurasi_agriculture);
(2) var validasi = classified.sampleRegions({
  collection: akurasi_aoi,
  properties: ['LandCover'],
  scale: 30,
});
print(validasi);

```

Menghitung luasan terhadap klaster yang telah diklasifikasi dilakukan setelah diketahui tingkat akurasi dari analisis yang dilakukan sudah terbilang baik. Akurasi bisa terbilang baik jika hasil yang diperoleh yaitu lebih besar dari 80%. Perhitungan luasan ini mengacu pada tingkat akurasi analisis karena besarnya luasan yang dihitung dipengaruhi dengan perbandingan klasifikasi yang telah dilakukan dengan keadaan yang sebenarnya berdasarkan data citra satelit. Perhitungan luasan klaster ini dilakukan dengan menggunakan algoritma yang telah terdapat pada *Google Earth Engine*. Algoritma tersebut kemudian akan dijadikan menjadi sebuah *script* yang digabungkan dengan

variabel yang telah dibentuk pada tahapan-tahapan sebelumnya. Adapun *script* dalam mengidentifikasi luasan klaster yang telah diklasifikasi adalah sebagai berikut:

```
(1) var class_areas = ee.Image.pixelArea().divide(1000*1000).
  addBands(classified).reduceRegion({
    reducer: ee.Reducer.sum().group({
      groupField: 1,
      groupName: 'code',
    }),
    geometry: TrainingArea,
    maxPixels : 500000000,
    scale: 30,
  }).get('groups');
  print(class_areas);
```

HASIL DAN PEMBAHASAN

Klasifikasi Interpretasi Citra

Klasifikasi interpretasi citra satelit dilakukan secara terbimbing (*supervised*) dengan membedakan klaster lahan yang ditandai dengan warna yang berbeda pada *training area*. Penerapan klasifikasi terbimbing yang dilakukan dalam GEE tergolong mudah, karena pada GEE tersebut terdapat *tools* geometri sehingga klasifikasi dapat langsung digunakan pada layer yang tersedia. Penelitian kali ini membagi beberapa klaster menjadi *urban*, *forest*, dan *agriculture* yang mana tentunya dibedakan menjadi beberapa warna. *Tools* yang digunakan yaitu *geometry* untuk menandai perbedaan penggunaan lahan pada *training area*. Proses pengklasifikasian klaster pada *training area* dapat dilihat seperti gambar di bawah.

Klasifikasi dilakukan sedetail mungkin agar hasil pengklasifikasian terhadap tutupan lahan yang dianalisis memperoleh hasil yang akurat. Proses klasifikasi terbimbing yang telah dilakukan menghasilkan total *marking area* sebanyak 1.337 *geometry* yang terbagi pada masing-masing klaster sebesar 452 *point* untuk klaster *Urban*, 401 *point* untuk klaster *Forest*, 395 *point* untuk klaster *Agriculture*, 85 *point* untuk klaster *Baren*, dan 14 *point* untuk klaster *Water*.

Analisis TOA *Reflectance* pada Landsat 8 menggunakan kombinasi band komposit 6-5-4 sebagai citra komposit band. Penggunaan band 6-5-4 ini bertujuan untuk menghasilkan citra dengan warna yang sebenarnya terdapat pada *training area*, hal tersebut memudahkan analisis terhadap tutupan lahan yang ada di wilayah analisis. Pemilihan band akan sangat berpengaruh terhadap hasil yang akan ditampilkan dari interpretasi citra yang dilakukan, oleh karena itu pemilihan band dalam interpretasi citra berdasarkan citra Landsat 8 yang digunakan untuk analisis klasifikasi lahan menggunakan kombinasi band 6-5-4, yang mana kombinasi band pada Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi Band 6-5-4

Band	Wavelength	Useful for Mapping
Band 4 – red	0.64-0.67	Discriminates Vegetation Slopes
Band 5 – Near Infrared (NIR)	0.85-0.88	Emphasizes biomass content and shorelines
Band 6 – Short Wave Infrared (SWIR)	1.57-1.65	Discriminates moisture content of soil and vegetation penetrates thin clouds

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Klasifikasi Tutupan Lahan

Hasil klasifikasi penggunaan lahan dengan menggunakan citra satelit Landsat 8 algoritma *Support Vector Machine* (SVM) ditunjukkan oleh Gambar 4. Hasil gambar tersebut menggunakan dataset tahun 2018. Berdasarkan gambar tersebut, setiap kelas dapat diidentifikasi dan diklasifikasi berdasarkan pengetahuan analisis. Bagian utara didominasi oleh vegetasi yang rapat dengan warna

hijau pekat (hutan), dan bagian selatan didominasi oleh lahan pertanian dengan warna hijau. Sedangkan untuk di sisi bagian barat banyak terdapat pemukiman yang ditandai dengan warna merah, dan di sebelah timur banyak terdapat lahan kering yang ditandai dengan warna kuning. Hasil klasifikasi berdasarkan 1.337 titik yang diperoleh dari proses Ground Check Point. Berdasarkan peta dapat dilihat bahwa pembagian kelas tutupan lahan terbagi menjadi 5 tutupan lahan yang terdiri dari Hutan, Sawah, Lahan Kering, Lahan Terbangun, dan Air.

Perhitungan Akurasi

Besar akurasi dari klasifikasi yang telah dilakukan dihitung berdasarkan sampel hasil klasifikasi yang dibuat. Klasifikasi tutupan lahan menggunakan rentang nilai yang terdapat pada data raster yang telah dilakukan *groundcheck* menggunakan 1.337 titik untuk uji akurasi analisis yang dilakukan. Besaran akurasi dari klasifikasi dihitung pertahunnya berdasarkan penelitian yang dilakukan yaitu di tahun 2015 sampai dengan tahun 2020. Berikut merupakan rincian besar akurasi pertahunnya dari masing-masing klasifikasi tertera pada Tabel 2, Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6, dan Tabel 7.

Tabel 2. Confussion Matrix Tahun 2015

		0	1	2	3	4		Pembuat
Class Image	0	23	0	0	0	0	23	100
	1	0	51	0	0	0	51	100
	2	1	11	9	0	0	21	43
	3	0	0	0	5	0	5	100
	4	0	0	0	0	0	0	0
Total		24	62	9	5	0	100	
Pengguna		96	84	100	100	0		

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Tabel 3. Confussion Matrix Tahun 2016

		0	1	2	3	4		Pembuat
Class Image	0	23	0	0	0	0	23	100
	1	0	53	0	0	0	53	100
	2	0	0	21	0	0	21	100
	3	0	0	0	3	0	3	100
	4	0	0	0	0	0	0	0
Total		23	53	21	3	0	100	
Pengguna		100	100	100	100	0		

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Tabel 4. Confussion Matrix Tahun 2017

		0	1	2	3	4		Pembuat
Class Image	0	23	0	0	0	0	23	100
	1	0	48	0	0	0	48	100
	2	0	7	14	0	0	21	66.6
	3	0	0	0	8	0	8	100
	4	0	0	0	0	0	0	0
Total		23	55	14	8	0	100	
Pengguna		100	88.9	100	100	0		

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Tabel 5. Confussion Matrix Tahun 2018

		0	1	2	3	4		Pembuat
Class Image	0	23	0	0	0	0	23	100
	1	0	50	0	0	0	50	100
	2	0	9	12	0	0	21	57
	3	0	0	0	6	0	6	100
	4	0	0	0	0	0	0	0
Total		23	59	12	6	0	100	
Pengguna		100	85	100	100	0		

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Tabel 6. Confussion Matrix Tahun 2019

		0	1	2	3	4		Pembuat
Class Image	0	23	0	0	0	0	23	100
	1	0	46	0	0	0	46	100
	2	0	4	17	0	0	21	81
	3	0	0	0	10	0	10	100
	4	0	0	0	0	0	0	0
Total		23	50	17	10	0	100	
Pengguna		100	93	100	100	0		

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Tabel 7. Confussion Matrix Tahun 2020

		0	1	2	3	4		Pembuat
Class Image	0	20	0	0	0	0	20	100
	1	0	48	2	0	0	50	96,4
	2	0	0	21	0	0	21	100
	3	0	0	0	9	0	9	100
	4	0	0	0	0	0	0	0
Total		23	48	23	9	0	100	
Pengguna		100	100	91	100			

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Hasil dari perhitungan luasan dari masing-masing klasifikasi dinyatakan dalam jarak kilometer persegi seperti pada Tabel 8 di bawah. Berdasarkan hasil luasan yang diperoleh pertahunnya, dapat dilihat bahwa setiap kelas tutupan lahan yang dibagi memiliki perbedaan. Setiap kelas tutupan lahan yang dibagi terdapat kenaikan dan penurunan setiap tahunnya. Setiap tahunnya mengalami kenaikan luasan. Hal tersebut tentunya berpengaruh pada pengurangan tutupan lahan lain, bahwa untuk kelas tutupan lahan hutan dan sawah mengalami penurunan setiap tahunnya. Hal tersebut berarti bahwa daerah resapan air di wilayah Sub DAS Cikeruh mengalami pengurangan, sebab daerah resapan air tersebut telah dialihfungsikan menjadi lahan terbangun.

Resapan air yang semakin minim di suatu wilayah, jika terus dibiarkan akan mengakibatkan terjadinya bencana berupa banjir dan erosi. Dengan demikian, berdasarkan hasil yang diperoleh dari hasil analisis menunjukkan bahwa faktor yang membuat terjadinya banjir dan erosi di wilayah Sub-DAS Cikeruh beberapa tahun terakhir salah satunya adalah semakin tingginya pembangunan lahan untuk pemukiman.

Hasil yang diperoleh pada penelitian kali ini dapat dijadikan dasar informasi untuk pelaksanaan mitigasi dan penanggulangan bencana khususnya untuk fenomena banjir dan erosi di sekitar wilayah Sub-DAS Cikeruh. Berdasarkan hasil besaran luasan dari beberapa kelas yang dianalisis, menunjukkan ketidakseimbangan yang terjadi akan penggunaan lahan. Rekomendasi yang dapat dilakukan yaitu membuat daerah khusus pada suatu lahan di sekitar Sub DAS Cikeruh untuk dikelola kembali dan difungsikan sebagai daerah resapan air, sehingga limpasan air dari hulu Sub DAS Cikeruh tidak mencapai permukaan.

Pengelolaan yang dilakukan tentunya perlu ikut andil dari berbagai pihak terutama pemerintah dan warga sekitar. Sebab, ketidakseimbangan penggunaan lahan yang terjadi dalam kurun

beberapa tahun terakhir tentunya ada campur tangan dari pihak-pihak yang tidak bertanggungjawab yang mementingkan kepentingan instansi tanpa memikirkan dampak yang terjadi pada lingkungan.

Tabel 8. Data Hasil Luasan Tutupan Lahan

Kelas	Data Luasan (km ²)					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Lahan terbangun	38.01	38.95	39.11	40.85	41.74	42.59
Hutan	59.11	55.16	56.14	54.77	51.34	50.66
Sawah	70.89	70.77	66.97	69.41	71.79	71.96
Lahan Kering	19.86	19.04	18.68	17.94	16.98	16.11
Badan Air	0	0	0	0	0	0

Sumber: Hasil Analisis, 2023

KESIMPULAN

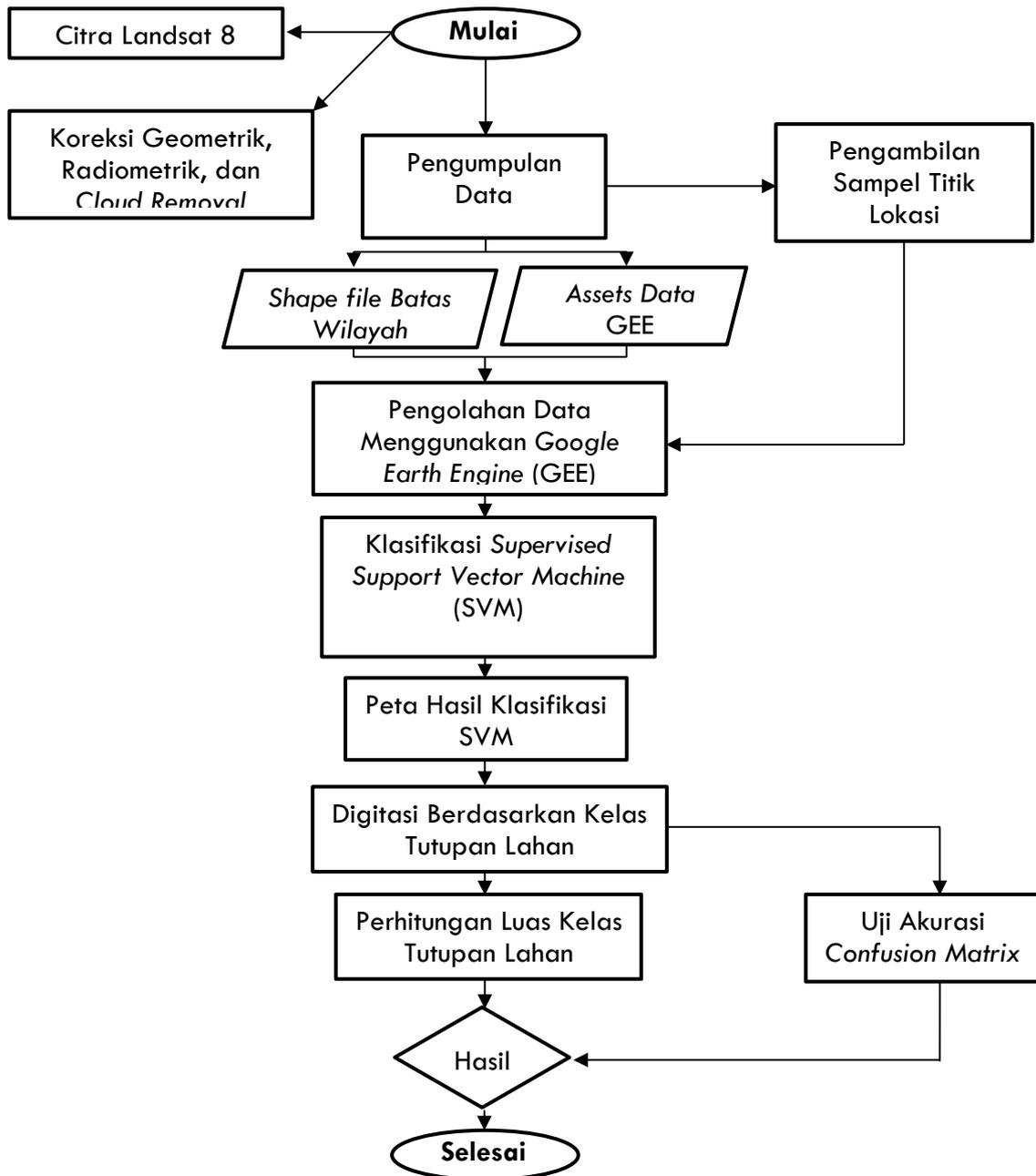
Hasil yang diperoleh dari luasan tutupan lahan yang dianalisis menghasilkan besaran tutupan lahan untuk kelas lahan terbangun yang mengalami kenaikan dari tahun 2015 sampai tahun 2020. Adanya kenaikan luasan untuk kelas lahan terbangun dari tahun 2015-2020 berpengaruh pada berkurangnya tutupan lahan lain terutama untuk tutupan lahan pertanian dan hutan yang mengakibatkan daerah resapan air pun menjadi berkurang. Akibat dari meningkatnya luasan dari tutupan lahan untuk lahan terbangun, menjadi salah satu faktor terjadinya banjir dan erosi dalam beberapa tahun terakhir.

REFERENCES

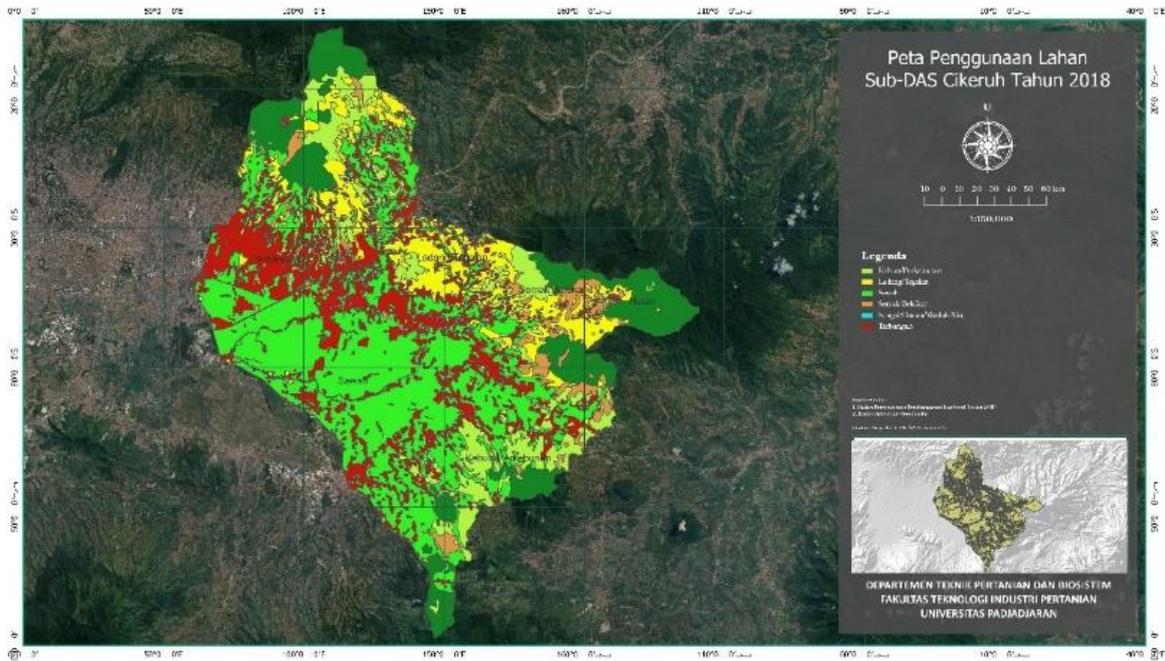
- [1] C. Asdak, Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2010.
- [2] M. R. Zarkasih, D. Rohmat and D. M. Nur, "Evaluasi Ketersediaan dan Tingkat Pemenuhan Kebutuhan Air di Sub DAS Cikeruh," *GEA: Jurnal Pendidikan Geografi*, vol. 18, no. 1, pp. 72-80, 2018. URL: <https://ejournal.upi.edu/index.php/gea/article/viewFile/9867/6811>
- [3] R. Wirosoedarmo, A. T. S. Haji and F. Zulfikar, "Analisa Perubahan Tata Guna Lahan dan Pengaruhnya Terhadap Pencemaran di Brantas Hulu, Kota Batu, Jawa Timur," *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol. 3, no. 1, pp. 33-39, 2016. URL: <https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/251>
- [4] T. M. Lillesand and R. W. Kiefer, Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra". Yogyakarta: Gajah Mada University Press, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1997.
- [5] H. Tamiminia, B. Salehi, . M. Mahdianpari, L. Quackenbush, S. Adeli and B. Brisco, "Google Earth Engine for Geo-Big Data Applications: A Meta-Analysis and Systematic Review," *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, vol. 164, pp. 152-170, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2020.04.001>
- [6] M. Kamal, A. Parella, I. Jamaluddin and N. M. Farda, "Comparison of Google Earth Engine (GEE)-based Machine Learning Classifiers for Mangrove Mapping," in *Conference: The 40th Asian Conference on Remote Sensing (ACRS 2019)*, Daejeon, 2019.

[7] A. M. Kusuma and P. Mahardi, "Analisis Deskriptif Terhadap Pengembangan Media Pembelajaran E - Modul Interaktif Berbasis Software Aplikasi Lectora Inspire," *Jurnal Kajian Pendidikan Teknik Bangunan*, vol. 7, no. 2, pp. 1-11, 2021. URL: <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-kajian-ptb/article/view/42726>

[8] M. R. Pahleviannur, "Pemanfaatan Informasi Geospasial Melalui Interpretasi Citra Digital Penginderaan Jauh untuk Monitoring Perubahan Penggunaan Lahan," *JPIG (Jurnal Pendidikan dan Ilmu Geografi)*, vol. 4, no. 2, pp. 18-26, 2019. DOI: <https://doi.org/10.21067/jpig.v4i2.3267>



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
 Sumber: Hasil Analisis, 2023



Gambar 4. Hasil Klasifikasi Tutupan Lahan
Sumber: Hasil Analisis, 2023