



Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2010-2020 Terhadap Debit Banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Sikilang Kabupaten Pasaman

Natasyah Febriani¹, Ahyuni²

^{1,2} *Departemen Geografi, Universitas Negeri Padang*
e-mail: natasyah.febriani15@gmail.com

ABSTRAK. Kondisi hidrologi DAS dapat terganggu akibat adanya perubahan penggunaan lahan, selain itu perubahan penggunaan lahan juga mempengaruhi kemampuan tanah dalam proses penyerapan/infiltrasi dan dapat meningkatkan debit aliran air. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh perubahan penggunaan lahan terhadap debit banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Batang Sikilang Kabupaten Pasaman Barat. Metode yang digunakan dalam analisis penggunaan lahan adalah metode supervised classification menggunakan algoritma Classification and Regression Trees (CART) dan analisis debit rencana menggunakan metode rasional. Hasil dari penelitian ini yaitu debit berdasarkan dari hasil perhitungan debit banjir metode rasional diperoleh debit dengan berbagai kala ulang. Kala ulang 2 tahun sebesar 556,62 m³/detik, kala ulang 5 tahun 657,45 m³/detik, kala ulang 10 tahun sebesar 710,27 m³/detik, kala ulang 25 tahun 766,68 m³/detik, kala ulang 50 tahun 802,69 m³/detik, dan Kala ulang terbesar terjadi pada 100 tahun sebesar 836,30 m³/detik.

Kata kunci: debit banjir, penggunaan lahan, Daerah Aliran Sungai (DAS).

PENDAHULUAN

Daerah aliran sungai (DAS) adalah kumpulan ekosistem yang saling berinteraksi antara organisme dan lingkungannya secara dinamik dan saling memiliki hubungan ketergantungan antara satu sama lain dalam setiap komponennya ((Asdak, 2002)., (Flotemersch et al., 2016)., (Roerdink & Meijster, 2000) dan (Najman & Schmitt, 1994)). Daerah aliran sungai (DAS) dapat dikatakan baik jika bisa menumpas lonjakan fluktuasi aliran permukaan dan bisa menstabilkan besarnya aliran debit sungai sehingga ketersediaan air terjamin terutama saat memasuki musim kemarau (Nugroho, 2018). Daerah aliran sungai (DAS) memiliki banyak fungsi vital bagi ekosistem termasuk manusia, DAS berfungsi sebagai penyedia sumber daya air, pengendali banjir, pengendali kekeringan, penjaga keberagaman hayati, penyaring dan penyimpan karbon, mendukung pertanian dan Industri, meningkatkan kualitas sumber daya air, hingga fungsi konservasi biodiversity ((Sari et al., 2020)., (Putra et al., 2007)., (Hanindito, 2019)).

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan sebuah sistem keseimbangan yang kompleks dan terintegrasi. Terdapat berbagai unsur yang salit terkait di dalam sistem Daerah Aliran Sungai (DAS), di mana komponen-komponen seperti tanah, air, vegetasi, keanekaragaman hayati, bahkan manusia saling berinteraksi dan berkontribusi untuk menciptakan sistem yang seimbang dan berkelanjutan ((Dolega et al., 2016)., (Lundin et al., 2016)., (Hassan et al., 2014)). Jika salah satu komponen tersebut mengalami gangguan atau kerusakan, maka akan berdampak pada komponen lainnya bahkan dalam upaya DAS untuk mengembalikan sistem keseimbangannya bias saja terjadi bencana yang melanda seluruh wilayah DAS. Berkurangnya vegetasi akan mengurangi daya tampung tanah dan batuan terhadap air, sehingga menyebabkan kekeringan pada musim kemarau atau menyebabkan banjir pada musim hujan.

Terdapat banyak masalah dan kerusakan yang terjadi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) yang memiliki resiko tinggi terhadap bencana. Masalah-masalah yang terjadi pada DAS biasanya berkaitan dengan deforestasi, perubahan penggunaan lahan, erosi tanah, pencemaran air, hingga overeksploitasi sumber daya air ((Hassan et al., 2014), (D. et al., 2013), (Gaume et al., 2009), (Cheng et al., 2002)). Dua masalah pertama yakni deforestasi dan perubahan penggunaan lahan merupakan masalah yang paling lazim terjadi pada semua Daerah Aliran Sungai (DAS) di dunia ((de Barros Ferraz et al., 2009), (Schneider & Gil Pontius, 2001), (Pontius & Schneider, 2001)).

Kondisi hidrologi DAS dapat berpengaruh akibat adanya perubahan penggunaan lahan. (De La Cretaz and Bartern, 2007., dalam Syakur 2010). Selain itu perubahan penggunaan lahan juga mempengaruhi kemampuan tanah dalam proses penyerapan / infiltrasi dan dapat meningkatkan debit aliran air (Ali et al, 2016). Penggunaan lahan yang seharusnya menjadi kawasan konservasi ruang hijau dan tidak diizinkan untuk menjadi kawasan terbangun (Hoirisky, 2018). Perubahan penggunaan lahan pada suatu DAS dapat berdampak pada debit sungai sehingga menyebabkan perubahan limpasan (*surface run off*), pengurangan aliran air sungai, penurunan air tanah, menyebabkan erosi tanah, hingga menyebabkan terjadi banjir dan banjir bandang ((Karlsson et al., 2016), (Costa et al., 2003), (García-Ruiz et al., 2008), (. et al., 2021)) Sehingga kerugian yang ditimbulkan memiliki dampak yang cukup besar baik materi maupun jiwa, sudah seharusnya banjir menjadi perhatian yang serius (Kodoatic dan Sugiyanto, 2002., dalam Aini 2020). Penyebab utama terjadinya bencana alam yang berkaitan dengan air (water related disaster) yaitu rendahnya daya dukung DAS sebagai suatu kesatuan ekosistem (Kemenhut dan UGM, 2014., dalam Salim, 2019).

Kabupaten Pasaman Barat tepatnya pada DAS Sikilang Kecamatan Sungai Aur Kabupaten Pasaman Barat menurut BPBD bahwa daerah tersebut rawan terjadi bencana banjir dan longsor. Seiring berkembangnya waktu serta bertambahnya jumlah penduduk membuat suatu lahan menjadi alih fungsi, yang dahulunya sebagai daerah resapan air menjadi lahan permukiman ataupun kegiatan lainya yang dapat membuat daerah resapan air terganggu, hal ini menyebabkan kemampuan DAS untuk menahan air dibagian hulu berkurang . Sehingga seluruh air hujan langsung melepaskan pada DAS ke arah hilir, selain itu dengan curah hujan yang sangat tinggi dapat menimbulkan bencana longsor di bagian hulu sungai dan juga penampang sungai yang menyusut menyebabkan limpasan dan mendatangkan air bah dengan volume yang besar.

Penyebab limpasan ini dikarenakan daya tampung yang tidak memadai dengan limpasan yang datang melanda. Ditambah lagi daerah tangkapan hujan atau daerah aliran sungai yang kurang baik karena berkurangnya ruang terbuka hijau yang menjadi resapan air (Yulianto, 2020). Hal ini menyebabkan terganggunya perekonomian masyarakat dan juga menimbulkan korban jiwa. Sebagai bentuk upaya mitigasi demi mengurangi dampak resiko yang besar dan mengantisipasi terbentuknya bendungan alami yang terdapat di wilayah hulu akibat dari bencana banjir, BPBD meminta agar masyarakat untuk aktif dalam melakukan mitigasi .

Penelitian ini mencoba menarik hubungan antara berbagai variabel di dalam sistem Daerah Aliran Sungai yang dapat dianalisis. Hubungan-hubungan ini ditarik dari berbagai sudut pandang sehingga memperoleh perspektif yang luas tentang berbagai kemungkinan yang terjadi pada suatu Daerah Aliran Sungai (DAS) sebagai akibat dari perubahan tutupan lahan (*Land Cover Change*) atau perubahan penggunaan lahan (*Land Use Change*). Berbagai pendekatan dari berbagai sudut pandang, algoritma, dan metode inilah yang membedakan penelitian ini dari penelitian lainnya yang berkaitan dengan perubahan tutupan lahan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) serta komponen di dalamnya dibanding penelitian lain sebelumnya.

METODE

Lokasi dan waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di DAS Batang Sikilang, secara administrasi terletak di Kabupaten Pasaman Barat Provinsi Sumatera Barat. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus - September 2022.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Jenis data dan sumber data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu data sekunder dan data primer. Data primer merupakan data yang didapatkan langsung dari lapangan, data sekunder merupakan data yang tidak diperoleh secara langsung, melainkan dari pihak ketiga mengenai informasi terkait penelitian yang di bahas. Jenis data dan sumber data dapat dilihat pada tabel berikut Tabel 1 Jenis data dan sumber data.

Table 1. Jenis data dan sumber data

No	Data	Jenis Data	Sumber Data
1	Citra Landsat 5 2010	Nominal	USGS
2	Citra Landsat 8 OLI 2021	Interval	USGS
3	Data curah hujan	Interval	PSDA Sumatera Barat
4	Peta DAS Batang Sikilang	Nominal	BPDAS Agam Kuantan
5	Data geometri sungai	Nominal	DEMNAS

Teknik Analisis Data

Pengolahan Citra menggunakan Google Earth Engine

1. Koreksi Citra

Koreksi Citra adalah proses untuk mengkoreksi citra dari kesalahan akibat dari gangguan atmosfer maupun topografi permukaan bumi yang tidak merata. Koreksi citra ini terbagi menjadi 2, yaitu koreksi radiometrik dan koreksi geogmetrik.

2. Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik adalah proses yang dilakukan dengan mengkondisikan citra yang digunakan benar-benar memberikan informasi yang akurat baik secara radiometrik maupun geometrik. Tujuan dilakukan koreksi ini merupakan untuk memperbaiki kualitas citra dan memperbaiki nilai-nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan spectral yang sebenarnya. Rumus yang digunakan untuk koreksi radiometric sebagai berikut:

$$DN \text{ Koreksi} = DN - \text{Offset}$$

DN Koreksi : Nilai Digital Number yang telah terkoreksi

Offset : Nilai digital number minimum citra

3. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik dilakukan untuk mengantisipasi distorsi sehingga secara geometrik dapat mempresentasikan sama dengan permukaan bumi yang direkam, koreksi geometrik disebut juga *georeferencing*, suatu proses untuk menentukan koordinat citra dengan koordinat bumi (koordinat *longitude* dan *latitude*). (Indarto, 2017).

4. Komposit Citra

Komposit citra dilakukan untuk analisis dipilih 3 buah band yang dikombinasikan sesuai *spectral* pada masing-masing band, penelitian yang mengenai pemantauan kondisi perubahan penggunaan lahan pada landsat OLI 8 band yang dipilih yaitu R: 6, G:5, dan B:4, dan pada landsat 5 menggunakan band R:3, G:2, B:1. Klasifikasi penggunaan Lahan 2010 dan 2021

5. Analisis Spasial

Analisis spasial adalah metode yang digunakan untuk menemukan dan menggambarkan tingkatan/pola dari sebuah fenomena spasial (Syamsurizal, 2021). Analisis spasial dilakukan sebelum melakukan pengecekan lapangan, dalam melakukan analisis perubahan penggunaan lahan dengan menggunakan data spasial yang bersifat temporal sangat bermanfaat, khususnya untuk mengetahui lokasi perubahan penggunaan lahan terjadi (Assyakur *et al.* 2010., dalam Nuraeni, 2017).

6. Klasifikasi Terbimbing (Supervised Classification)

Metode klasifikasi terbimbing dalam penelitian ini menggunakan algoritma *Classification and Regression Trees* (CART). Algoritma CART merupakan algoritma *Machine Learning* (MLA) yang digunakan untuk klasifikasi penggunaan lahan (Noviyanti, 2021). Pada klasifikasi terbimbing perlu untuk mengidentifikasi sampel yang daerah yang relatif homogen pada beberapa objek di permukaan bumi, contohnya hutan, sawah, ladang, kebun, permukiman, dll (Indarto, 2017).

7. Uji Akurasi

Hasil klasifikasi pada citra satelit dalam mengidentifikasi penggunaan lahan sangat diperlukan pengukuran akurasi. Dari hasil pengujian akan mempengaruhi tingkat kepercayaan hasil klasifikasi citra satelit terhadap kondisi lapangan yang sebenarnya. Perhitungan akurasi data dapat dilakukan dengan cara membuat matriks kontigensi, yang disebut dengan *confusion matrix*, dimana pada matrix tersebut membandingkan hasil dari klasifikasi citra dan kondisi lapangan (Hidayah, 2018). Nilai hasil uji harus memenuhi syarat besar dari 70% (Danoedoro, 2012., dalam Hidayah, 2018).

8. Analisis daya tampung sungai

Analisis daya tampung sungai di kawasan DAS Sikilang terdiri dari dua analisis yaitu analisis hidrologi dan analisis hidrolika. Analisis hidrologi terdiri dari perhitungan debit banjir aliran dasar (*Baseflow*) dengan menggunakan metode rasional. Analisis Hidrolika dilakukan bertujuan untuk mengetahui daya tampung yang akan di uji dengan menggunakan *Software* HEC-RAS.

9. Analisis Hidrologi

Curah Hujan Rata-Rata Daerah Aliran

Perhitungan curah hujan rata-rata dilakukan karena pada DAS sikilang hanya terdapat dua stasiun curah hujan, perhitungan dilakukan dengan cara menjumlahkan curah hujan pada setiap stasiun selanjutnya membagi dengan jumlah stasiun yang ada, tetapi metode ini masih memiliki kelemahan karena tidak menambahkan pengaruh topografi, apabila daerah relative datar dan penempatan alat ukur tersebar merata metode ini dapat memuaskan hasilnya. Rumus yang digunakan untuk perhitungan curah hujan rata-rata sebagai berikut:

$$R_{ave} = \frac{R1 + R2 + R3 + \dots Rn}{n}$$

Perhitungan Distribusi

Analisis yang digunakan yaitu Distribusi Gumbell, Normal, Log Normal. dan log pearson tipe III (Sri Harto,1993 ., dalam Pattiselanno).

Distribusi Gumbell

Distribusi Gumbell merupakan distribusi yang digunakan menyesuaikan data saat ini untuk melihat luapan tertinggi pada beberapa lokasi (Desalegn, 2021). Persamaan yang digunakan untuk mencari distribusi Gumbell sebagai berikut:

$$X = \bar{X} + s K$$

Ket : \bar{X} : Nilai Rata-rata

S = Standar Deviasi

K =Faktor Frekuensi

Ciri khas dari distribusi Gumbell yaitu nilai *skewness* (Cs) sebesar 1,396 dan Kurtosis (Ck) sebesar 5,4002 (Somi, 2020).

Distribusi Normal

Distribusi Normal Merupakan distribusi yang simetris terhadap sumbu vertikal dan memiliki bentuk genta disebut juga distribusi Gauss. Ciri-ciri distribusi normal yaitu nilai koefisien kemencengan (*skewness*) $Cs \approx 0$ dan koefisien kurtosis $Ck \approx 3$ (Sri Harto., dalam Somi 2020). Berikut persamaan distribusi Normal:

$$Xm = \bar{X} + K_T . s$$

Ket : Xm = Perkiraan nilai periode T- tahun

\bar{X} = Rata-rata sampel

K_T = Faktor frekuensi

s = Standar deviasi

Distribusi Log Normal

Ciri khas distribusi normal yaitu nilai koefisien *skewness* sama dengan nilai koefisien variasi (Cv) atau bertanda positif, berikut persamaan dari distribusi normal :

$$Y_T = \bar{Y} + K_T . s$$

Jika variabel acak $y = \log x$ terdistribusi secara normal, maka x dapat dikatakan mengikuti distribusi log normal yang dinyatakan dengan persamaan diatas (Suripin., dalam Somi 2020).

Distibusi Log Pearson Tipe III

Distribusi log pearson tipe III adalah hasil dari perhitungan transformasi dari distribusi pearson tipe III dengan mengubah varian x menjadi log varian x (Novia, 2016., dalam Suriyansyah). Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\text{Log } X_{TR} = \bar{X} + K_{TR} . Sx$$

Keterangan :

Log X_{TR} = curah hujan harian maksimum

X = nilai rata-rata

Sx = standar deviasi

k = faktor frekuensi

Uji Kesesuaian Distribusi

Pengujian dilakukan untuk melihat penyimpangan terbesar terjadi dalam sebuah distribusi dan di selesaikan dalam batas stastistik yang diperbolehkan atau tidak (Maulana, 2021).

Chi Kuadrat



Chi kuadrat diuji berdasarkan perbedaan nilai frekuensi harapan dengan ordinat empiris. Berikut persamaan yang digunakan dalam menghitung Chi-kuadrat:

$$X_{h^2} = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Berikut rumus yang digunakan untuk menghitung banyaknya kelas distribusi:

$$k = 1 + 3,22 \log G$$

Keterangan :

X^2 : Nilai Chi-Kuadrat

E_i : Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelas

O_i : Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama

G : Jumlah kelompok pada satu grup

K : Jumlah kelas distribusi

Pada nilai suatu derajat tertentu nilai X^2 hitung harus lebih besar dari nilai X^2_{cr} yang biasa besarnya 5% (Maulana, 2021). Berikut persamaan yang digunakan untuk menghitung derajat kebebasan :

$$DK = k - (\alpha + 1)$$

Keterangan:

DK : Derajat kebebasan

K : Banyak kelas

α : Banyak parameter

Uji Smirnov – Kolmogorov

Uji Smirnov – kolmogorov dilakukan untuk menguji probabilitas pada setiap data yang dibandingkan dengan sebaran empiris dinyatakan dengan Δ dalam sebaran empiris, pengujian akan dianggap sesuai jika $\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$ (Maulana, 2021). Berikut persamaan yang digunakan untuk mencari Δ_{maks} :

$$\Delta_{maks} = [P_e - P_t]$$

Keterangan :

Δ_{maks} : Selisih maksimum antara peluang empiris dan teoritis

P_e : Peluang empiris

P_t : Peluang teoritis

Δ_{cr} : simpangan kritis

Untuk melihat diatribusi di terima maka dilakukan perbandingan antara Δ_{maks} dan Δ_{cr} dengan perbandingan $\Delta_{maks} < \Delta_{cr}$, dan distribusi akan ditolak jika $\Delta_{maks} > \Delta_{cr}$ (Maulana, 2021).

Analisis Hidrolika

Untuk mengetahui daya tampung sungai pada DAS sikilang digunakan analisis hidrolika yang akan diuji dengan kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun menggunakan debit banjir rencana metode Rasional

Intensitas Hujan

Intensitas hujan merupakan sebagai tinggi curah hujan yang terjadi dalam waktu air hujan berkonsentrasi, analisis ini diproses berdasarkan data curah hujan yang terjadi pada tahun sebelumnya. Berikut rumus mononobe yang digunakan untuk mencari analisis intensitas curah hujan :

$$I = \frac{R_{24}}{24} * \left[\frac{24}{Tc} \right]^{2/3}$$

t = waktu konsentrasi

R_{24} = waktu dalam 24 jam

Koefisien aliran merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk suatu DAS telah mengalami gangguan. Nilai C yang tinggi menandakan adanya lebih banyak air hujan yang menjadi limpasan sehingga ancaman terjadinya erosi dan banjir menjadi lebih besar, nilai C berkisar antara 0 sampai 1 (Asdak, 2015).

Table 2. Koefisien Aliran

No	Penggunaan Lahan	Harga C
1	Hutan lahan kering sekunder	0,03
2	Belukar	0,07
3	Hutan primer	0,02
4	Hutan tanaman industri	0,05
5	Hutan rawa sekunder	0,15
6	Perkebunan	0,4
7	Pertanian lahan kering	0,1
8	Pertanian lahan kering campur semak	0,1
9	Permukiman	0,6
10	Sawah	0,15
11	Tambak	0,05
12	Tanah Terbuka	0,2
13	Perairan	0,05

Sumber: Koedatif dan Syarif, 2005).

Tinggi Muka Air Banjir

Tinggi muka air banjir didapatkan berdasarkan informasi dari kantor BPBD Pasaman Barat

Perhitungan Debit Banjir Rencana Metode Rasional

Penggunaan metode rasional apabila intensitas curah hujan merata diseluruh DPS dan puncak banjir serta curah hujan mempunyai tahun berulang yang sama. Adapun rumus yang dapat digunakan untuk mencari debit banjir menggunakan rasional sebagai berikut:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{0,60}$$

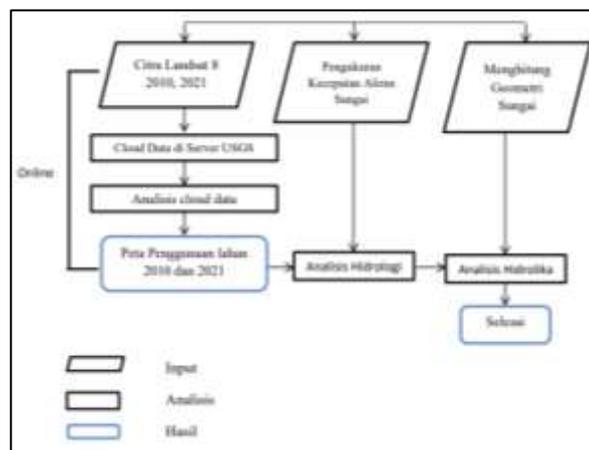
C = koefisien limpasan air hujan

I = intensitas curah hujan waktu konsentrasi

A = luas daerah

Q = debit maksimum (m³/det)

Alur Penelitian



Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penggunaan lahan tahun 2010 di DAS Batang Sikilang

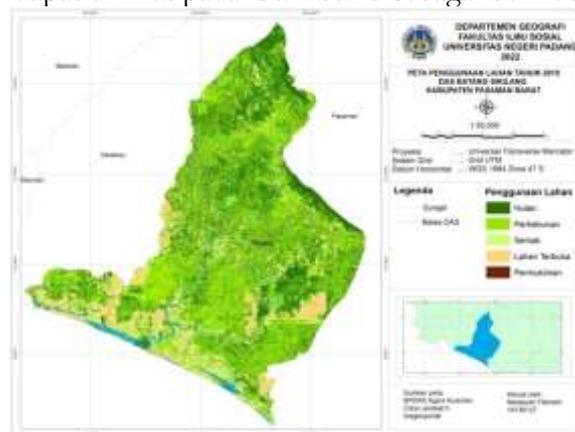
Berdasarkan hasil analisis citra satelit Landsat 5 tahun 2010, penggunaan lahan pada batang DAS Sikilang terbagi menjadi 6 klasifikasi yaitu hutan, perkebunan, badan air, lahan terbuka, semak, dan permukiman. Penggunaan lahan dapat di lihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Luas dan Persentase Penggunaan Lahan 2010

No	Penggunaan Lahan (2010)	Luas (Ha)	Persentase
1	Hutan	21.883	29,40
2	Perkebunan	33.193	44,60
3	Semak	8.072	10,85
4	Lahan Terbuka	6.191	8,32
5	Permukiman	1.171	1,57
6	Badan Air	3.915	5,26
	Jumlah	74.425	100.00

Sumber : Hasil Analisis, 2022

Berdasarkan tabel dan diagram di atas dapat dikatakan bahwa penggunaan lahan pada DAS Batang Sikilang tahun 2010 didominasi oleh hutan sebesar 21.883 ha atau 29,40% selanjutnya tidak selisih jauh dengan penggunaan lahan perkebunan sebesar 33.193 ha atau 44,60%. Sedangkan untuk penggunaan lahan semak sebesar 8.072 ha atau 8,32%, lahan terbuka sebesar 6.191 ha atau 8,32% dan yang terakhir penggunaan lahan permukiman sebesar 1.171 atau 1.57%. Peta penggunaan lahan dapat di lihat pada **Gambar 3** sebagai berikut:



Gambar 3 Peta penggunaan lahan 2010

Penggunaan lahan tahun 2020 di DAS Batang Sikilang

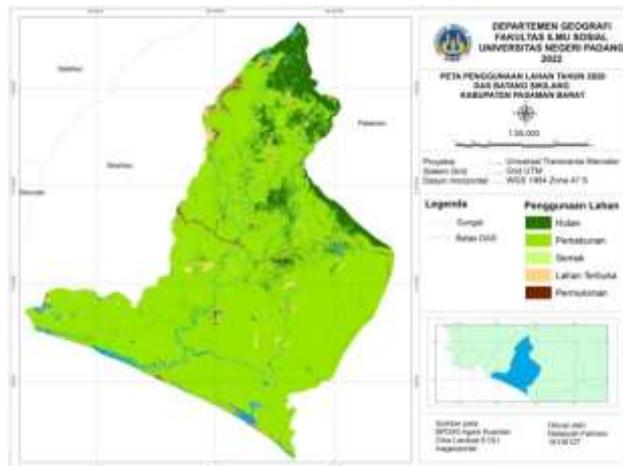
Berdasarkan hasil interpretasi citra satelit landsat 8 tahun 2020, penggunaan lahan pada batang DAS Sikilang terbagi menjadi 6 klasifikasi yaitu hutan, perkebunan, semak, lahan terbuka, dan lahan terbangun. Luas dan persentase penggunaan lahan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Luas dan Persentase Penggunaan Lahan 2020

No	Penggunaan Lahan (2020)	Luas (Ha)	Persentase
1	Hutan	7.402	9,95
2	Perkebunan	56.035	75,29
3	Semak	4.15	5,58
4	Lahan Terbuka	1.588	2,13
5	Permukiman	1.335	1,79
6	Badan Air	3.915	5,26
	Jumlah	74.425	100.00

Sumber: Hasil Analisis, 2022

Berdasarkan tabel dan diagram diatas didapatkan hasil dari interpretasi didapatkan bahwa penggunaan lahan hutan seluas 7.402 ha (9,95%), luas perkebunan sebesar 56.035 ha (75,29%), selanjutnya semak 4.15 ha (5,58%), lahan terbuka sebesar 1.588 ha (2.13%), dan yang terakhir permukiman 1.335 ha (1,78%). Peta penggunaan lahan dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 4. Peta penggunaan lahan 2020

Laju perubahan penggunaan lahan di DAS Batang Sikilang tahun 2010-2020

Perubahan penggunaan lahan di das Batang Sikilang dalam kurun waktu 11 tahun. Hasil analisis menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan terjadi sangat signifikan. Perubahan penggunaan lahan selalu mengalami peningkatan setiap tahunnya, hal ini terjadi karena rata-rata penghasilan utamanya adalah perkebunan. Perkebunan yang ditemukan pada DAS Batang Sikilang selama 11 tahun luasnya bertambah 22.842 ha, dari 33.193 ha tahun 2010 menjadi 56.035 ha tahun 2020.

Tabel 2. Laju Perubahan Penggunaan Lahan

No	Penggunaan Lahan	Luas (Ha)		Luas Perubahan
		2010	2020	
1	Hutan	21.883	7.402	- 14.481
2	Perkebunan	33.193	56.035	+ 22.842
3	Semak	8.072	4.15	- 3.922
4	Lahan Terbuka	6.191	1.588	- 4.603
5	Permukiman	1.171	1.335	+0.164
6	Badan Air	3.915	3.915	0
	Jumlah	74.425	74.425	

Sumber: Hasil analisis, 2022

Dalam kurun waktu yang sama luas hutan pada DAS Batang sikilang berkurang 14.48 ha, dari 21.883 ha tahun 2010 menjadi 4.150 ha tahun 2020. Perubahan lahan semak mengalami penurunan 3.922 ha, dari 8.072 ha tahun 2010 menjadi 4.150 ha tahun 2020. Pada penggunaan lahan terbuka mengalami penurunan dan permukiman menjadi bertambah, hal ini terjadi karena meningkatnya jumlah penduduk serta kebutuhan masyarakat. Selanjutnya alih profesi

menyebabkan pergeseran struktur ekonomi dan adanya kebijakan pemerintah sehingga terjadi alih fungsi atau konversi lahan. Peta laju perubahan penggunaan lahan dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 5. Laju perubahan penggunaan lahan

Hasil Uji Akurasi

Uji akurasi interpretasi citra dilakukan untuk membandingkan hasil dari klasifikasi pada citra dengan kondisi lapangan yang sebenarnya. Uji akurasi dilakukan pada citra landsat 8 tahun 2020 sebagai citra terakhir dalam penelitian Hasil dari *confusion matrix* didapatkan 0.94 %, artinya hasil dari interpretasi mendekati kebenaran.

Analisis Hidrologi dan Analisis Daya Tampung Sungai

Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata

Perhitungan curah hujan bulanan maksimum dibutuhkan data curah hujan bulanan, dalam penelitian ini digunakan dua stasiun tahun 2010-2020. Berikut data curah hujan bulanan maksimum dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan (mm) Menurut Stasiun Curah Hujan

No	Tahun	Stasiun Ujung Gading	Stasiun Batang Tonggar
1	2010	67	198
2	2011	90	79
3	2012	120	77
4	2013	110	90
5	2014	100	91
6	2015	70	91
7	2016	94	85
8	2017	110	201
9	2018	110	98
10	2019	100	99
11	2020	90	91

Sumber: PSDA Sumatera Barat

Tabel 7
Rata-Rata Curah Hujan Maksimum Tahunan (mm)
Pada DAS Batang Sikilang

No	Tahun	Rata-rata curah hujan (maksimum)
1	2010	132.5
2	2011	84.5
3	2012	98.5
4	2013	100
5	2014	95.5
6	2015	80.5
7	2016	89.5
8	2017	155.5
9	2018	104
10	2019	99.5
11	2020	90.5

Sumber: PSDA Sumatera Barat

Uji kecocokan distribusi dilakukan untuk mengetahui distribusi yang cocok digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana .

Rekapitulasi hasil uji chi – square dan Smirnov – Kolmogorov

Tabel 8 Hasil Uji Chi - Square

Hasil	Normal	Log Normal	Log Pearson Tipe III	Gumbell
Chi-kuadrat Hitung (X^2)	3.08	3.24	2.31	3.24
Chi Kuadrat Kritis (X^2_{Cr})	5.99	5.99	5.99	5.91
Keterangan	Lolos	Lolos	Lolos	Lolos

Sumber : Hasil Perhitungan, 2022

Berdasarkan hasil perhitungan uji chi-square dari ke empat distribusi yaitu normal, log normal, log pearson tipe III, dan gumbell, bahwa seluruhnya memenuhi syarat.

Tabel 9 Hasil Uji Smirnov – Kolmogorov

Hasil	Normal	Log Normal	Log Pearson Tipe III	Gumbell
Smirnov Hitung	0.19	0.31	0.98	11.95
Smirnov Kritis	0.41	0.41	0.41	0.41
keterangan	Lolos	Lolos	Tidak lolos	Tidak lolos

Sumber : Hasil perhitungan, 2022

Berdasarkan hasil perhitungan uji Smirnov – Kolmogorov dari keempat distribusi yaitu normal, log normal, log pearson tipe III dan gumbell, bahwa distribusi yang memenuhi syarat yaitu normal dan log normal.

Curah Hujan Terpilih

Tabel 10 Rekap Perhitungan Distribusi

No	Priode Ulang	Curah Hujan Rencana			
		Metode Distribusi Frekuensi			
		Normal	Log Normal	Log Person III	Gumbell
1	2	102.77	100.00	100.91	98.29
2	5	121.39	117.66	118.73	124.20
3	10	131.14	128.12	129.29	140.49
4	20	141.56	140.32	141.60	159.49
5	50	148.21	148.72	150.07	176.34
6	100	154.41	157.00	158.43	191.49

Sumber : Hasil perhitungan, 2022

Hasil dari uji chi square dan smnirnov kolmogorv curah hujan yang terpilih yaitu metode distribusi normal dengan nilai chi square hitung sebesar 3.08 dan nilai smirnov hitung sebesar 0.19.

Analisis Hidrolika

Perhitungan Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan di hitung berdasarkan curah hujan terpilih, yaitu distribusi normal. Hasil perhitungan intensitas curah hujan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel. 41 Intensitas Curah Hujan

t (Jam)	R24					
	R2	R5	R10	R25	R50	R100
1	102.77	121.39	131.14	141.56	148.21	154.41
2	35.667	42.128	45.512	49.127	51.434	53.588
3	22.464	26.533	28.664	30.941	32.394	33.751
4	17.141	20.246	21.872	23.609	24.718	25.753
5	14.148	16.711	18.053	19.487	20.402	21.257
6	12.191	14.400	15.557	16.792	17.581	18.317
7	10.795	12.751	13.775	14.869	15.568	16.220
8	9.741	11.505	12.429	13.417	14.047	14.635
9	8.911	10.525	11.370	12.273	12.850	13.388
10	8.237	9.729	10.511	11.346	11.879	12.376
11	7.678	9.069	9.798	10.576	11.073	11.536
12	7.205	8.511	9.194	9.925	10.391	10.826
13	6.799	8.031	8.676	9.365	9.805	10.215
14	6.446	7.613	8.225	8.878	9.295	9.684
15	6.135	7.246	7.828	8.450	8.847	9.217
16	5.859	6.920	7.476	8.070	8.449	8.803

t (Jam)	R24					
	R2	R5	R10	R25	R50	R100
	102.77	121.39	131.14	141.56	148.21	154.411
16	5.612	6.629	7.161	7.730	8.093	8.432
17	5.390	6.366	6.877	7.424	7.772	8.098
18	5.188	6.128	6.620	7.146	7.481	7.795
19	5.004	5.911	6.386	6.893	7.216	7.519
20	4.836	5.712	6.171	6.661	6.974	7.266
21	4.681	5.529	5.973	6.448	6.750	7.033
22	4.538	5.360	5.791	6.251	6.544	6.818
23	4.405	5.204	5.622	6.068	6.353	6.619
24	4.282	5.058	5.464	5.898	6.175	6.434

Sumber : Hasil perhitungan, 2022

Berdasarkan hasil perhitungan intensitas hujan rencana dalam 24 jam, pada periode ulang 100 tahun merupakan intensitas hujan terbesar.

Tinggi Muka Air Banjir

Tinggi muka air banjir yang terjadi pada daerah penelitian mencapai 1 – 2 meter, dengan durasi banjir paling lama 1 hari pada tahun 2018 dan biasanya sekitar 6 jam baru mulai surut. Kejadian banjir dapat dilihat pada lampiran.

Perhitungan debit aliran metode rasional

Tabel 52 Hasil Perhitungan Debit Banjir

Periode ulang	A (Km)	R24	L (Km)	C	TC (m3/jam)	I (m3/jam)	Qt (m3/det)
2	743	102.77	149	0.3	21,37	8.99	556,62
5	743	121.39	149	0.3	21,37	10.62	657,45
10	743	131.14	149	0.3	21,37	11.47	710,27
25	743	141.56	149	0.3	21,37	12.38	766,68
50	743	148.21	149	0.3	21,37	12.96	802,69
100	743	154.41	149	0.3	21,37	13.51	836,30

Sumber: Hasil perhitngan, 2022

Berdasarkan dari hasil perhitungan debit banjir metode rasional diperoleh debit dengan berbagai kala ulang. Kala ulang 2 tahun sebesar 556,62 m3/detik, kala ulang 5 tahun 657,45 m3/detik, kala ulang 10 tahun sebesar 710,27 m3/detik, kala ulang 25 tahun 766,68 m3/detik, kala ulang 50 tahun 802,69 m3/detik, dan kala ulang terbesar terjadi pada 100 tahun sebesar 836,30 m3/detik.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil analisis dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan lahan pada tahun 2010 masih di dominasi dengan hutan dengan luas 21.784 ha berkurang menjadi 7.402 ha pada tahun 2020, perkebunan 34.294 ha tahun 2010 bertambah menjadi 61.035 ha tahun 2020, semak 6.371 ha tahun 2010 berkurang mejadi 1.688 ha tahun 2020, dan permukiman tahun 2010 sebesar 1.171 ha bertambah menjadi 1.345 ha tahun 2020.
2. Debit banjir metode rasional menghasilhan pada kala ulang 2 tahun sebesar 197.03 mm/detik, kala ulang 5 tahun 232.72 mm/detik, kala ulang 10 tahun 251.41 mm/detik, kala ulang 25 tahun 271.mm/detik, kala ulang 50 tahun sebesar 284.13 mm/detik, dan kala ulang 100 tahun 296.mm/detik.

SARAN

Beberapa saran yang mungkin dapat menjadi masukan bagi pihak-pihak yang bersngkutan sebagai berikut :

1. Bagi pemerintah di harapkan memperhatikan dalam pembukaan kawasan perkebunan ataupun perubahan kawasan vegetasi agar koefisien limpasan yang terjadi tidak bertambah besar.
2. Bagi pihak pengmbang, diharapkan mematuhi aturan pemerintah yang sudah ditetapkan agar tidak mengubah penggunaan lahan hutan.
3. Bagi peneliti selanjutnya, perlu dilakukan analisis mendalam tentang permasalahan yang terjadi terkait seringnya terjadi banjir pada daerah penelitian agar menghasilkan analisis yang lebih baik.

REFERENSI

- . F., Hafli, T. M., & Rizky, A. D. (2021). The Effect of Land use Changes on the Paya Tumpi Flash Flood, Central Aceh District. *International Journal of Agriculture and Animal Production*, 12, 1–9. <https://doi.org/10.55529/ijaap12.1.9>
- Aini, I. N., & Filjanah, Q. (2020). Pola Pengendali Banjir Pada Sungai Tenggang Kecamatan Genuk Kota Semarang Dengan Menggunakan Metode HEC-RAS. Science And Engineering National Seminar 5 (SENS 5)-Semarang ISBN: 978-623-6602-31-7, 96-103.
- Ali, M., Hadi, S., & Sulistyantara, B. (2016). Study on land cover change og Ciliwung doenstream watershed with spatial dynamic approach. *Social and Sciences*, 52-59.
- Asdak, C. (2010). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Cheng, J. D., Lin, L. L., & Lu, H. S. (2002). Influences of forests on water flows from headwater watersheds in Taiwan. *Forest Ecology and Management*, 165(1), 11–28. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00626-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00626-0)
- Costa, M. H., Botta, A., & Cardille, J. A. (2003). Effects of large-scale changes in land cover on the discharge of the Tocantins River, Southeastern Amazonia. *Journal of Hydrology*, 283(1), 206–217. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(03\)00267-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0022-1694(03)00267-1)
- D., B. S., Russell, B., Antonia, S., & Philip, B. (2013). Delineating the Reality of Flood Risk and Loss in Southeast Texas. *Natural Hazards Review*, 14(2), 89–97. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)NH.1527-6996.0000091](https://doi.org/10.1061/(ASCE)NH.1527-6996.0000091)
- de Barros Ferraz, S. F., Vettorazzi, C. A., & Theobald, D. M. (2009). Using indicators of deforestation and land-use dynamics to support conservation strategies: A case study of central Rondônia, Brazil. *Forest Ecology and Management*, 257(7), 1586–1595. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.01.013>

- Desalegn, H., & Mulu, A. (2021). Mapping Flood Inundation Areas Using GIS and HEC-RAS Model at Fetam River, Unpper Abbay Basin, Ethiopia. *Scientific African* 12. <https://doi.org/j.sciaf.2021.e00834>, 1-13.
- Dolega, L., Pavlis, M., & Singleton, A. (2016). Estimating attractiveness, hierarchy and catchment area extents for a national set of retail centre agglomerations. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 28, 78–90. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2015.08.013>
- Flotemersch, J. E., Leibowitz, S. G., Hill, R. A., Stoddard, J. L., Thoms, M. C., & Tharme, R. E. (2016). A Watershed Integrity Definition and Assessment Approach to Support Strategic Management of Watersheds. *River Research and Applications*, 32(7), 1654–1671. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/rra.2978>
- García-Ruiz, J. M., Regüés, D., Alvera, B., Lana-Renault, N., Serrano-Muela, P., Nadal-Romero, E., Navas, A., Latron, J., Martí-Bono, C., & Arnáez, J. (2008). Flood generation and sediment transport in experimental catchments affected by land use changes in the central Pyrenees. *Journal of Hydrology*, 356(1), 245–260. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.04.013>
- Gaume, E., Bain, V., Bernardara, P., Newinger, O., Barbuc, M., Bateman, A., Blaškovičová, L., Blöschl, G., Borga, M., Dumitrescu, A., Daliakopoulos, I., Garcia, J., Irimescu, A., Kohnova, S., Koutroulis, A., Marchi, L., Matreata, S., Medina, V., Preciso, E., ... Viglione, A. (2009). A compilation of data on European flash floods. *Journal of Hydrology*, 367(1), 70–78. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.12.028>
- Hanindito, G. A. (2019). Pengolahan Citra Satelit dalam Deteksi Alih Fungsi Hutan Pada Daerah Aliran Sungai Arut Kabupaten Kotawaringin Barat Provinsi Kalimantan Tengah Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Media Infotama*, 15(1), 1–8. <https://doi.org/10.37676/jmi.v15i1.742>
- Hassan, S. M. T., Lubczynski, M. W., Niswonger, R. G., & Su, Z. (2014). Surface–groundwater interactions in hard rocks in Sardon Catchment of western Spain: An integrated modeling approach. *Journal of Hydrology*, 517, 390–410. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.05.026>
- Hoirisky, C., Rahmadi, & Harahap, T. (2018). Pengaruh Perubahan Pola Penggunaan Lahan Terhadap Banjir di DAS Buah Kota Palembang. *Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia 2018 e-ISSN: 2621-7449*, (pp. 14-25). Palembang.
- Indarto. (2017). *Pengindraan Jauh Metode Analisis & Interpretasi Citra Stelit*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Karlsson, I. B., Sonnenborg, T. O., Refsgaard, J. C., Trolle, D., Børgesen, C. D., Olesen, J. E., Jeppesen, E., & Jensen, K. H. (2016). Combined effects of climate models, hydrological model structures and land use scenarios on hydrological impacts of climate change. *Journal of Hydrology*, 535, 301–317. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.01.069>
- Lundin, E. J., Klaminder, J., Giesler, R., Persson, A., Olefeldt, D., Heliasz, M., Christensen, T. R., & Karlsson, J. (2016). Is the subarctic landscape still a carbon sink? Evidence from a detailed catchment balance. *Geophysical Research Letters*, 43(5), 1988–1995. <https://doi.org/10.1002/2015GL066970>
- Maulana, M. A., Asmaranto, R., & Dermawan, V. (2021). Analisa Banjir Kali Pekalen Kabupaten Probolinggo Menggunakan Aplikasi HEC-RAS. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*. Vol. 1 No. 2. Journal homepage: <https://jtresda.ub.ac.id/>, 549-561.
- Najman, L., & Schmitt, M. (1994). Watershed of a continuous function. *Signal Processing*, 38(1), 99–112. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0165-1684\(94\)90059-0](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0165-1684(94)90059-0)
- Noviyanti, C. T. (2021). Klasifikasi LANDSAT 8 OLI Untuk Tutupan Lahan di Kota Palembang Menggunakan Google Earth Engine. *Jurnal Swarnabhumi*, 75-85.
- Nugroho, S. P., Taringan, D. S., & Hidayat, Y. (2018). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan dan Debit Aliran di Sub DAS Cicatih. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*

Vol. 8 No. 2, 258-263.

- Nuraeni, R., & et, a. (2017). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan dan Arah Penggunaan Lahan Wilayah di Kabupaten Bandung. *Buletin Tanah dan Lahan*, 79-85.
- Pattiselanno, S. R. (2018). Identifikasi Sempadan Sungai Wai Ruhu Terdampak Genangan, Berdasar Analisa Debit Banjir (Q) Metode Rasional Modifikasi Kala Ulang 2,5,10,50 Tahun. *Jurnal Simetrik* Vol.8, No.2, 113-129./
- Pontius, R. G., & Schneider, L. C. (2001). Land-cover change model validation by an ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 85(1), 239–248. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00187-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00187-6)
- Putra, D. A., Utama, S. P., & Mersyah, R. (2007). Pengelolaan Sumber Daya Alam Berbasis Masyarakat dalam Upaya Konservasi Daerah Aliran Sungai Lubuk Langkap Desa Sukamaju Kecamatan Air Nipis Kabupaten Bengkulu Selatan. *NATURALIS: Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 8(1), 77–86.
- Roerdink, J. B. T. M., & Meijster, A. (2000). The Watershed Transform: Definitions, Algorithms and Parallelization Strategies. *Fundamenta Informaticae*, 41, 187–228. <https://doi.org/10.3233/FI-2000-411207>
- Salim, G. A., Dharmawan, I. S., & Narendra, B. H. (2019). Pengaruh Perubahan Luas Tutupan Lahan Hutan Terhadap Karakteristik Hidrologi DAS Citarum Hulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Volume 17 Issue. ISSN 1829-8907. doi:10.14710/jil.17.2.333-340, 333-340.
- Sari, G. L., Hadining, A. F., & Sudarjat, H. (2020). Analisis Karakteristik Fisik-Kimiawi Air Daerah Aliran Sungai Citarum Di Waduk Jatiluhur. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 6(1), 1–9. <https://doi.org/10.20527/jukung.v6i1.8232>
- Schneider, L. C., & Gil Pontius, R. (2001). Modeling land-use change in the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 85(1), 83–94. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00189-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00189-X)
- Somi, N., Sujendro, & Asih, A. S. (2020). Analisis Hidrologi dan Hidrolika Pada Saluran Drainase Ambarukmo Plaza Menggunakan Program HEC-RAS. *EQUILIB*, Vol. 01, No. 01. ISSN: 2622-0180 , 141-151.
- Suprayogi, S., Fathurohman, H., & Widyastuti, M. (2019). Analisis Kondisi Hidrologi Terhadap Perkembangan Wilayah Perokotaan Studi Kasus DAS Kali Belik Yogyakarta. *Jurnal Geografi* p-ISSN 2549-3078 e-ISSN 2549-3094 DOI 10.15294/jg.v16i2.22364, 153-
- Yulianto, Y. (2020). Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan di Hulu Sungai Cigadung Terhadap Muka Air Banjir di Lokasi Jembatan Perumahan Surya Cigadung. *Jurnal Mesa Jendela Informasi Teknik*. Vol. 4 No. 1. (Cetak) 2355-9241 (e) 2714-884X, 59-67.