

ANALISIS PERUBAHAN TATA GUNA LAHAN PADA HULU DAERAH ALIRAN SUNGAI KEUREUTO BERBASIS SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Chairul Umam, Fadhliani dan Nanda Savira Ersa

*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia
Email: umamu212@gmail.com, fadhliani@unimal.ac.id, nanda.savira@unimal.ac.id*

Abstrak

Kenaikan debit banjir sebagian besar dipengaruhi oleh adanya perubahan tata guna lahan pada Daerah Aliran Sungai (DAS). Kenaikan tersebut terjadi di DAS bagian hulu Krueng Keureuto yang terletak di Kabupaten Aceh Utara. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui debit banjir pada hulu DAS Krueng Keureuto akibat dari perubahan tata guna lahan. Data yang digunakan berupa data curah hujan dan data peta tata guna lahan. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan harian yang tercatat di stasiun Meteorologi Malikussaleh yang diperoleh dari *website* resmi BMKG. Data hujan harian ini selanjutnya diolah menjadi data hujan jam-jaman menggunakan metode Mononobe. Analisa perubahan tata guna lahan dilakukan dengan menggunakan semi automatic classification plugin dari QGIS terhadap citra satelit LANSAT 8 untuk tahun 2019 dan LANSAT 7 untuk tahun 2000. Nilai dari hasil klasifikasi kemudian disimulasikan dengan *software* HEC-HMS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perubahan tata guna lahan di hulu DAS Krueng Keureuto. Debit banjir pada hulu DAS Krueng Keureuto hasil simulasi dengan beberapa periode ulang menunjukkan debit puncak banjir pada tahun 2019 selalu lebih tinggi dari tahun 2000. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh perubahan lahan dapat berdampak pada debit banjir.

Kata kunci: *Daerah Aliran Sungai, Tata Guna Lahan, HEC-HMS, Debit Banjir*

Pendahuluan

Banjir adalah fenomena alam berupa kelebihan air yang terjadi akibat limpasan permukaan karena sungai dan saluran yang ada (drainase) tidak dapat lagi mengalirkan kelebihan air. Selain bentuknya sungai yang berliku-liku juga menyebabkan kecepatan aliran relative rendah untuk mengalirkan air, menyebabkan genangan di kiri dan kanan sungai, dari aspek penataan ruang juga dapat berpengaruh sebagai pemicu terjadinya banjir dimana perubahan atau konversi lahan hutan menjadi lahan pertanian, permukiman atau lainnya sesuai dengan kebutuhan pembangunan daerah yang mengakibatkan luas daerah resapan air berkurang sehingga penyerapan air hujan ke dalam dalam tanah menjadi lebih kecil dan sebaliknya limpasan menjadi lebih besar [7].

DAS Krueng Keureuto yang memiliki luas 931 km² memiliki anak sungai terdiri dari sungai Krueng Peuto dan sungai Krueng Pirak terletak di Kabupaten Aceh Utara. Sungai Krueng Keureuto mengalir dari selatan ke utara menuju selat Malaka. Panjang sungai 77,5 km dan lebar 60 m dan kemiringan rata-rata (i) 0,02627. Sejauh ini sungai Krueng Keureuto menyebabkan banjir di daerah tersebut Drainase terutama di Kecamatan Matangkuli, Lhoksukon, Baktiya, Tanah Pasir dengan lama genangan 7 hari sampai 15 hari dan tinggi genangan lebih dari 100 cm. Untuk mengatasi banjir dapat dilakukan berbagai upaya structural seperti membangun tanggul di sungai agar debit banjir tidak menggenangi sekitarnya [7].

Perubahan kondisi hidrologis DAS Krueng Keureuto yang diakibatkan oleh perubahan tata guna lahan dan intensitas hujan yang tinggi berakibat terjadinya peningkatan limpasan permukaan. Penebangan hutan secara tidak terkendali dan penggunaan

lahan yang tidak pada peruntukannya diduga merupakan salah satu aspek penyebab terjadinya limpasan permukaan yang besar sehingga terjadi banjir.

Tata guna lahan dan tutupan lahan memiliki peran penting dalam keseimbangan ekosistem DAS. Penggunaan lahan dan perubahan iklim memiliki pengaruh penting pada siklus hidrologi. Perubahan penggunaan lahan karena peningkatan populasi mempengaruhi karakteristik hidrologi DAS.

Perubahan penggunaan lahan digunakan untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya terhadap fluktuasi debit banjir yang terjadi. Untuk dapat mengetahui kondisi tersebut maka dilakukan analisis hidrologi berdasarkan data hidrologi dan data parameter DAS. Sebagai bantuan dalam analisis spasial, Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan. Sistem ini didasarkan pada sistem koordinat dan berorientasi pada data spasial (ruang) dan data tabel (atribut) yang dapat dilakukan secara manual atau melalui aplikasi atau perangkat lunak SIG seperti QGIS. Melalui SIG diharapkan dapat mempermudah dalam melakukan analisis spasial terhadap pola penggunaan lahan yang ada [2].

Tinjauan Kepustakaan

Tata Guna Lahan (*Land Use*). Tata guna lahan adalah struktur dan pola pemanfaatan tanah, baik yang direncanakan maupun tidak, yang meliputi persediaan tanah, peruntukan tanah, penggunaan tanah dan pemeliharannya. Tata guna lahan juga bentuk campur tangan (intervensi) manusia terhadap lahan dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya baik material maupun spiritual (Vink, 1975 dalam Widayanti 2010).

Menurut Anderson dkk (1972) dalam Apray, (2018), klasifikasi penggunaan lahan adalah pengelompokan beberapa jenis penggunaan lahan dalam kelas-kelas tertentu, dan dapat dilakukan dengan pendekatan induksi untuk menentukan hierarki pengelompokan dengan menggunakan suatu sistem. Keputusan seseorang atau sekelompok masyarakat dalam menggunakan lahan dipengaruhi oleh banyak faktor fisik, sosial, ekonomi, dan teknik. Secara garis besar, lahan kota terbagi menjadi lahan terbangun dan lahan tak terbangun. Lahan terbangun terdiri dari perumahan, industri, perdagangan, jasa, dan perkantoran. Sedangkan lahan tak terbangun terbagi menjadi lahan tak terbangun yang digunakan untuk aktivitas kota (kuburan, rekreasi, transportasi, ruang terbuka) dan lahan tak terbangun non aktivitas kota (pertanian, perkebunan, area perairan, produksi dan penambangan sumber daya alam).

Analisis Curah Hujan Rencana. Distribusi Pearson Tipe III digunakan untuk analisis variabel hidrologi dengan nilai varian minimum misalnya analisis frekuensi distribusi dari debit minimum (*low flows*). Pearson telah mengembangkan serangkaian fungsi probabilitas yang dapat dipakai untuk hampir semua distribusi probabilitas empiris. Untuk menghitung distribusi ada tiga parameter penting dalam Metode Log Pearson Tipe III, yaitu:

$$\text{Nilai rata-rata} \quad : \log \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X_i}{n} \quad (1)$$

$$\text{Standar deviasi} \quad : S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2)$$

$$\text{Koefisien kemencengan} \quad : C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (3)$$

Logaritma debit dengan waktu balik yang dikehendaki dengan rumus:

$$\log X = \log \bar{X} + k.S \quad (4)$$

Dimana :

- $\log \bar{X}$ = nilai rata-rata
- n = jumlah pengamatan
- Cs = koefisien Kemencengan
- k = variabel standar, besarnya tergantung koefisien kemencengan

Intensitas Curah Hujan. Intensitas curah hujan didefinisikan sebagai ketinggian curah hujan yang terjadi pada kurun waktu dimana air hujan berkonsentrasi. Perhitungan besarnya intensitas curah hujan dapat dipergunakan beberapa rumus empiris dalam hidrologi (Setiawati, 2015). Perhitungan intensitas curah hujan dapat dihitung dengan persamaan Mononobe, sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{T_c} \right)^{2/3} \quad (5)$$

Dimana:

- I = Intensitas dalam T jam (mm/jam)
- R_{24} = Hujan harian efektif (jam)
- T_c = Waktu konsentrasi hujan (jam)

Model Hidrologi. Dalam menganalisis debit banjir dengan menghitung perubahan tata guna salah satunya dapat dilakukan dengan metode HEC-HMS, yang merupakan program komputer untuk menghitung pengalihan hujan dan proses routing pada suatu sistem DAS. Model yang terdapat dalam HEC-HMS dapat digunakan untuk menghitung volume *runoff*, *direct runoff*, *baseflow* dan *channel flow*. Salah satu keunggulan dari model HEC-HMS adalah telah digunakannya konsep GIS dalam penyelesaian modelnya. HEC-HMS dirancang untuk mensimulasikan proses hujan-limpasan (*precipitation-runoff*) terutama untuk DAS dengan pola dendritik. Model ini dirancang untuk dapat digunakan pada DAS berukuran besar.

Dalam tahap simulasi model terdapat tahapan setting model dan running model. Setting model merupakan langkah dalam memasukkan beberapa parameter ke dalam model. Parameter yang dimasukkan ke dalam model adalah luas sub-sub DAS, *Initial Abstraction*, *Curve Number*, *Impervious*, dan *Time Lag*.

Metode Perhitungan Volume Limpasan (*Volume run-off*) adalah volume air hujan yang dikurangi volume air yang terintersepsi, terinfiltrasi, tertampung pada permukaan, dan terevapotranspirasi. Pada penelitian menentukan *precipitation loss* adalah dengan menggunakan metode SCS (*Soil Conservation Service*) *Curve Number* (CN) yang dianggap paling mudah diaplikasikan dalam perhitungan. Model dari *Soil Conservation Service* (SCS) *Curve Number* (CN) memperkirakan hujan lebih atau hujan yang menghasilkan limpasan (*precipitation excess*) sebagai suatu fungsi kumulatif dari hujan, penutup lahan, tata guna lahan, dan kelembapan (*antecedent moisture*).

Metode Penelitian

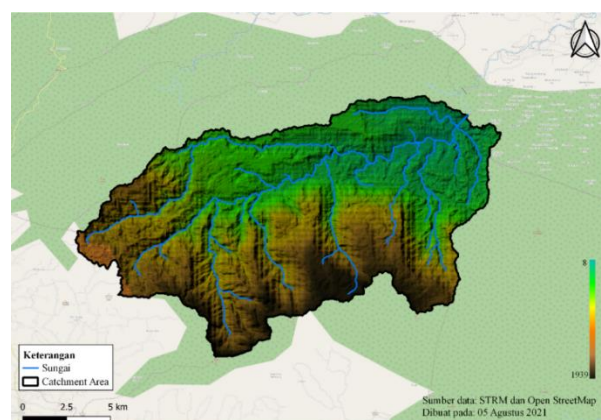
Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Krueng Keureuto membentang pada Kabupaten Aceh Tengah pada bagian hulu dan Kabupaten Aceh Utara pada bagian hilir. Pemilihan hulu DAS Krueng Keureuto sebagai sampel studi karena karena pengaturan tata guna lahan dapat mereduksi debit limpasan (Wesli & Hamzani, 2011), diawali dari daerah hulu.

Untuk melakukan penelitian ini membutuhkan data yang diperoleh melalui instansi lembaga pemerintahan, dan data-data penunjang lainnya dimana sangat dibutuhkan untuk kelancaran dalam proses perhitungan nantinya. Tahapan dalam penelitian ini, yaitu data curah hujan 10 tahunan dari tahun 2001 sampai 2020 dihimpun untuk menganalisis curah hujan rencana dengan metode Log Pearson III. Perhitungan curah hujan rencana dengan metode tersebut digunakan untuk kala ulang 2, 5, 10, 25, 50, 100, 200 dan 1000 tahun. Selanjutnya, digunakan peta citra *Landsat* tahun 2000 dan tahun 2019 untuk mendapatkan data klasifikasi peta penggunaan lahan dan peta jenis tanah untuk menganalisa nilai *Curve Number*. Tahap akhir dilakukan analisis debit banjir pada Hulu DAS Krueng Keureuto.

Pada tahap analisa akan dilakukan proses memasukkan parameter-parameter yang diperlukan dalam model HEC-HMS dari berbagai data yang telah ada. Dalam analisa data input yang digunakan ada dua yaitu : Data hujan harian dan data hujan jam-jaman. Setelah semua parameter dimasukkan dalam model, maka langkah selanjutnya proses simulasi model yang hasilnya diharapkan akan sesuai dengan kenyataan di lapangan.

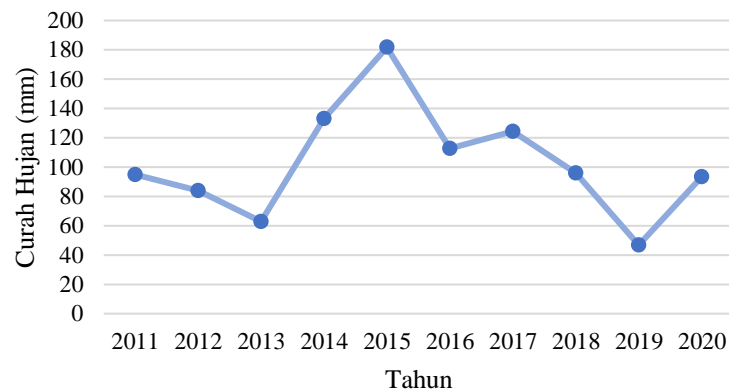
Hasil Dan Pembahasan

Gambaran Lokasi Penelitian. Lokasi penelitian pada penelitian ini terdapat pada daerah hulu DAS Krueng Keureuto, namun sebelum melanjutkan ketahap perhitungan perlu ditentukan batas area tangkapan sungai sebagai batas lokasi. Penentuan batasan lokasi penelitian dilakukan pada Hulu DAS Krueng Keureuto, dengan sumber data yang didapat dari *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) yang diunduh langsung menggunakan perangkat lunak QGIS. Data tersebut berupa data *Digital Elevation Model* (DEM), yaitu data *digital* yang menggambarkan geometri dari bentuk permukaan bumi atau bagiannya yang terdiri dari himpunan titik-titik koordinat hasil sampling dari permukaan dengan algoritma yang mendefinisikan permukaan tersebut menggunakan himpunan. Hasil proses *delineation* dengan menggunakan QGIS dapat dilihat pada gambar 4.1. Daerah tangkapan sungai bagian Hulu DAS Krueng Keureuto, yang juga menggunakan peta *Open StreetMap* dari QGIS agar diketahui lebih jelas lokasi penelitiannya. Hasil proses *delineation* menunjukkan luas *catchment area* Hulu DAS Krueng Keureuto adalah 215,0935 km² dan panjang sungai utama pada area hulu adalah 31,0763 km.



Gambar 1 *Stream and catchment delineation* Hulu DAS Krueng Keureuto

Analisis Curah Hujan Rencana. Data curah DAS Krueng Keureuto diambil berdasarkan data satu stasiun hujan yaitu Stasiun Meteorologi Malikussaleh yang diperoleh dari *website* resmi BMKG (<http://dataonline.bmkg.go.id>). Grafik hubungan antara curah hujan harian maksimum dengan waktu (tahun) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Grafik Hujan Harian Maksimum Tahunan

Dalam penelitian ini digunakan perhitungan distribusi curah hujan rencana dengan metode Log Pearson III. Periode ulang yang digunakan untuk mencari nilai curah hujan, yaitu pada periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, 100 tahun, 200 tahun dan 1000 tahun. Hasil perhitungan curah hujan rencana dengan berbagai periode ulang dapat dilihat pada tabel 1.

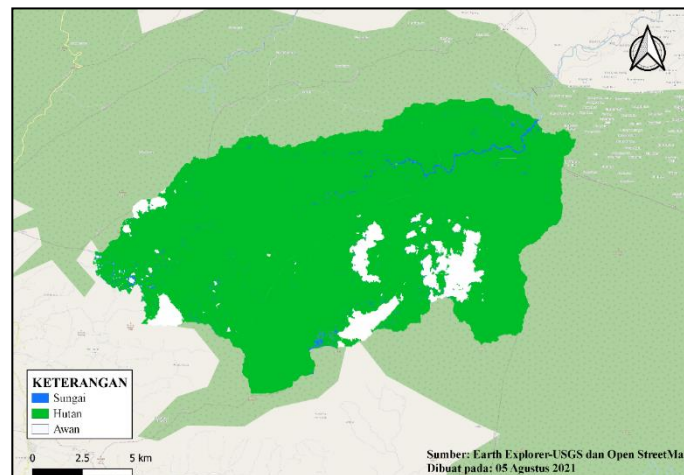
Tabel 1 Perhitungan curah hujan rencana metode Log Pearson III

No	Periode	Xt (periode ulang)
1	2	98,54
2	5	133,96
3	10	155,60
4	20	163,68
5	25	181,13
6	50	199,02
7	100	215,94
8	200	232,16
9	1000	268,43

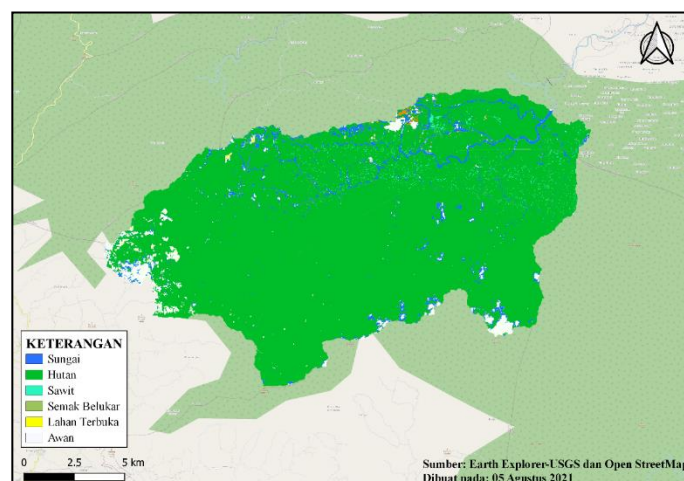
Jenis distribusi yang digunakan pada penelitian yaitu distribusi Log-Pearson III, namun perlu dilakukan uji kecocokan distribusi menggunakan metode Chi-Kuadrat untuk validasi. Pengujian dengan Uji Chi-Kuadrat digunakan untuk menentukan jumlah kelas, frekuensi (metode log) dan derajat kebebasan. Berdasarkan perhitungan, diketahui nilai Chi-Kuadrat adalah 4,00 yang berarti lebih kecil dari nilai Chi-Kritik dengan nilai distribusi 5% adalah 5,991 pada tabel 2.7 ($4,00 < 5,991$). Maka dapat disimpulkan bahwa nilai distribusi Log-Pearson III dapat diterima.

Analisa Peta

Analisis penggunaan lahan pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengklasifikasi peta citra *landsat* tahun 2000 dan 2019 yang didapat dari website *Earth Explorer-USGS* (<https://earthexplorer.usgs.gov>). Kemudian dilakukan klasifikasi terhadap peta citra *landsat-7* untuk tahun 2000 dan *landsat-8* untuk tahun 2019. Hasil klasifikasi tata guna lahan tahun 2000 dan 2019 dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Peta tata guna lahan tahun 2000 hasil klasifikasi menggunakan *semi automatic classification plugin* dari perangkat lunak QGIS



Gambar 4. Peta tata guna lahan tahun 2019 hasil klasifikasi menggunakan *semi automatic classification plugin* dari perangkat lunak QGIS

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa penggunaan lahan pada tahun 2000 yaitu, hutan dan sungai. Pada hasil klasifikasi juga terdapat area *error* (awan). Dalam penelitian ini sudah diupayakan untuk mengambil peta citra *landsat* dengan kondisi awan paling sedikit, setidaknya tingkat awan tidak lebih dari 20%. Pada beberapa penelitian berkaitan soal awan, dilakukan proses *cloud masking* yaitu untuk menutupin atau

menghilangkan tutupan awan pada citra yang dapat mengganggu proses klasifikasi (Tisnasuci. dkk, 2021).

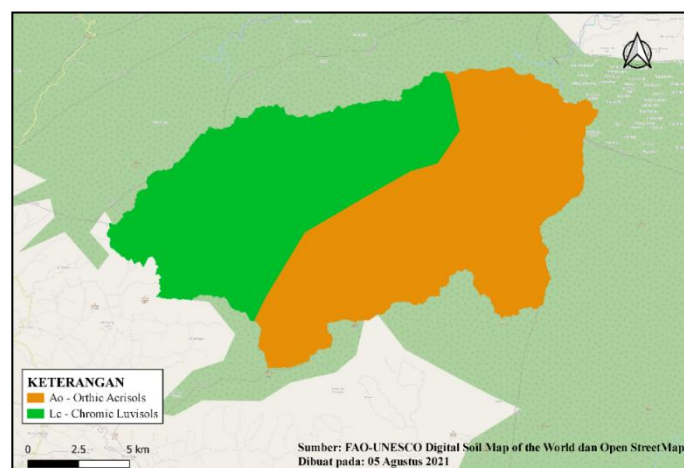
Hasil klasifikasi peta citra *landsat* tahun 2019 pada gambar 4 menunjukkan, lima klasifikasi penggunaan lahan yaitu, sungai, hutan, sawit, semak belukar dan lahan terbuka. Dapat dilihat bahwa terjadi perubahan tataguna lahan yang signifikan antara tahun 2000 dan 2019.

Tabel 2 menunjukkan luas lahan pada tahun yang diamati. Hal yang paling mempengaruhi pada debit limpasan antara lain terjadinya penambahan luasan sungai hingga 1,39%, pengurangan hutan sebesar 0,04% dan penambahan perkebunan sawit, semak belukar dan lahan terbuka masing-masing sejumlah 0,81%, 0,16% dan 0,07%.

Tabel 2. Penggunaan lahan tahun 2000 dan 2019

No	Penggunaan Lahan	Tahun 2000		Tahun 2019		Perubahan dari 2000 ke 2019 (%)
		Luas (km ²)	Persentase %	Luas (km ²)	Persentase %	
1	Sungai	1.2479	0.58	4.2386	1.97	1.39
2	Hutan	197.3514	91.75	197.2635	91.71	-0.04
3	Sawit	0.00	0.00	1.7500	0.81	0.81
4	Semak belukar	0.00	0.00	0.3509	0.16	0.16
5	Lahan Terbuka	0.00	0.00	0.1403	0.07	0.07
6	Awan/Error	16.4941	7.67	11.3503	5.28	-2.39
Jumlah		215.0935	100.00	215.0935	100.00	

Penentuan jenis tanah sangat penting karena mempengaruhi besarnya resapan dan aliran air pada permukaan tanah dan bertujuan untuk mendapatkan nilai *Curve Number* (CN) dari beberapa penggunaan lahan pada Hulu DAS Krueng Keureuto. Berikut Gambar 5 menunjukkan hasil pemetaan jenis-jenis tanah pada Hulu DAS Krueng Keureuto.

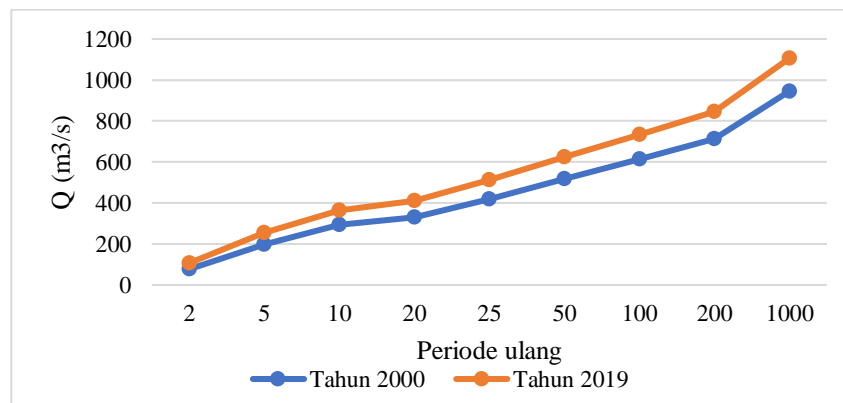


Gambar 5 Peta jenis tanah pada Hulu DAS Krueng Keureuto

Berdasarkan hasil pemetaan jenis tanah yang bersumber dari FAO-UNESCO *Digital Soil Map of the World* (<http://www.fao.org>), didapat pada Hulu DAS Krueng Keureuto

terbagi menjadi dua jenis tanah yaitu *Orthic Acrisols* (Ao) dan *Chromic Luvisols* (Lc). Berdasarkan kelompok tanah pada *Hydrologic soil group* (HSG), jenis tanah termasuk pada kelompok tanah B. Kelompok tanah Bber potensi air larian kecil, tanah berpasir lebih dangkal dari kelompok tanah A, tekstur halus sampai sedang, dan laju infiltrasi 4-8 mm/jam atau laju infiltrasi sedang.

Model HEC-HMS. Gambar 5 menunjukkan hasil perhitungan debit dengan model HEC HMS. Debit pada tahun 2019 lebih tinggi dari tahun 2000 pada semua periode ulang. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh perubahan lahan berdampak langsung pada debit banjir.



Gambar 6. Grafik hasil perhitungan debit tahun 2000 dan tahun 2019

Perhitungan ini dilakukan bertujuan untuk dapat mengetahui debit dari hasil simulasi HEC-HMS sesuai dengan debit hasil perhitungan dari Bendungan Krueng Keureuto. Debit yang dibandingkan adalah debit Q1000 hasil simulasi dan Q1000 Bendungan. Debit Q1000 Bendungan Krueng Keureuto didapat dari *website* Direktorat Jenderal Sumber Daya Air Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (<https://sda.pu.go.id>). Debit Bendungan Krueng Keureuto Q1000 adalah sebesar 1039,77 m³/s. Perbandingannya dapat dilihat pada Tabel 3. Dapat dilihat bahwa hasil perhitungan Q1000 bendungan pada tahun 2013 berada di antara debit Q1000 tahun 2000 dan Q1000 tahun 2019. Debit Q1000 tahun 2013 hasil perhitungan bendungan lebih besar dari Q1000 tahun 2000 dan lebih kecil dari Q1000 tahun 2019 (2000 < 2013 < 2019). Dapat disimpulkan hasil perhitungan dengan metode HEC-HMS sudah sesuai.

Tabel 3. Perbandingan hasil Q1000

Tahun	Q1000 (m ³ /s)
2000	945,3
2013 (Perhitungan Bendungan)	1039,77
2019	1105,9

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis, dapat disimpulkan bahwa debit puncak banjir hasil simulasi dengan metode HEC-HMS dengan beberapa periode ulang menunjukkan debit puncak banjir pada tahun 2019 selalu lebih tinggi dari tahun 2000. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh perubahan lahan dapat berdampak pada debit banjir.

Daftar Pustaka

- [1] Anonim. (2021). *Kebijakan Pembangunan Berketahanan Iklim (Climate Resilience Development Policy) 2020-2045*. Jakarta: Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas.
- [2] Asdak, C. (2007). *Hidrologi dan pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- [3] Jafaruddin. (2021). *aceh.tribunnews.com*. Retrieved November 17, 2021 from <https://aceh.tribunnews.com/2021/10/07/masa-tanggap-darurat-penanganan-banjir-aceh-utara-14-hari-akibat-meluap-krueng-keureuto-dan-pase>
- [4] Munajad, R., & Suprayogi, S. (2015). Kajian Hujan–Aliran Menggunakan Model Hec–Hms Di Sub Daerah Aliran Sungai Wuryantoro Wonogiri, Jawa Tengah. *Jurnal Bumi Indonesia*, 150-157.
- [5] Risyanto. (2007). *Aplikasi HEC-HMS Untuk Perkiraan Hidrograf Aliran Di DAS Ciliwung Bagian Hulu*. Bogor: IPB.
- [6] Saifudin, I. (2017). *Kajian Respon Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Karakteristik Hidrologi DAS Garang*. Semarang: Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- [7] Wesli, & Hamzani. (2011). Mereduksi Banjir Melalui Optimasi Tataguna Lahan (Studi Kasus DAS Sungai Krueng Keureuto). *Teras Jurnal*, 105-114.