

Analisis Perubahan Hidrograf Aliran Akibat Konversi Tutupan Lahan DAS Keureuto

Alief Muhammad Rishaq¹⁾, Syarifah Asria Nanda²⁾, Fadhliani³⁾, Nanda Savira Ersas⁴⁾, Nura Usrina⁵⁾, Dio Syahlung Azra⁶⁾, Rama Budi⁷⁾

^{1), 2), 3), 4), 5), 6), 7)} Jurusan Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh, Aceh, Indonesia

Email: [^{1\)}alief190110068@mhs.unimal.ac.id](mailto:alief190110068@mhs.unimal.ac.id), [^{2\)}syarifah.asria@unimal.ac.id](mailto:syarifah.asria@unimal.ac.id), [^{3\)}fadhliani@unimal.ac.id](mailto:fadhliani@unimal.ac.id), [^{4\)}nanda.savira@unimal.ac.id](mailto:nanda.savira@unimal.ac.id), [^{5\)}nura.usrina@unimal.ac.id](mailto:nura.usrina@unimal.ac.id), [^{6\)}dio.190110145@mhs.unimal.ac.id](mailto:dio.190110145@mhs.unimal.ac.id), [^{7\)}rama.190110106@unimal.ac.id](mailto:rama.190110106@unimal.ac.id)

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v14i1.1038>

(Received: 15 November 2023 / Revised: 29 December 2023 / Accepted: 04 February 2024)

Abstrak

Perubahan tata guna lahan akibat peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan bertambahnya area pemukiman. Meningkatnya kebutuhan manusia terhadap tempat tinggal dan aktivitas lainnya menyebabkan terjadinya beberapa permasalahan lingkungan semakin kompleks. Apabila keadaan ini berlangsung secara terus menerus maka menyebabkan menurunnya kemampuan tanah dalam menyerap dan menampung air hujan terutama di kawasan DAS Krueng Keureuto. Tujuan Penelitian ini adalah mengetahui seberapa besar perubahan tata guna lahan terhadap perubahan hydrograph aliran pada Sub DAS Krueng Keureuto. Data yang digunakan adalah data DEMNAS dan data citra satelit landsat 8 tahun 2015 dan 2021. Berdasarkan peta tata guna lahan tahun 2015 dan 2021, terjadi penambahan luas area ladang sebesar 4,75%, pemukiman 6,34%, perkebunan 11,83%, semak belukar 5,75%, dan sungai 0,21%. Adapun area yang mengalami penurunan luas yaitu hutan sebesar 27,67% dan sawah 1,21%. Hal ini berdampak pada laju limpasan permukaan dan besarnya debit aliran sungai yang terpantau pada outlet DAS Krueng Keureuto.

Kata kunci: *tata guna lahan, daerah aliran sungai, keureuto*

Abstract

Increasing human needs for housing and other activities have resulted in several complex environmental problems, such as a decrease in the soil capacity to absorb and hold rainwater, especially in the Krueng Keureuto watershed area. The aim of this research is to determine how much land use changes have affected changes in the flow hydrograph in the Krueng Keureuto Sub-watershed. The data used is DEMNAS data and Landsat 8 satellite image data for 2015 and 2021. Based on the 2015 and 2021 land use maps, there has been an increase in the area of fields (4.75%), residential (6.34%), plantations (11.83%), bushes (5.75%), and rivers (0.21%). Meanwhile, the area that experienced a decrease was forest (27.67%) and rice fields (1.21%). This has an impact on the rate of surface runoff and the magnitude of river flow discharge monitored at the outlet of the Krueng Keureuto watershed.

Keywords: *land use change, watershed, keureuto*

1. Latar Belakang

Lahan merupakan salah satu bagian penting dalam memenuhi kebutuhan manusia sebagai media untuk menanam dalam kegiatan pertanian, membangun pemukiman, serta untuk penggunaan lain. Lahan dapat bermakna macam-macam bagi setiap orang, tergantung pada sudut pandang dan kepentingan terhadap lahan. Bagi seorang petani, lahan adalah tempat bercocok tanam dan sumber kehidupan, namun makna lahan ini dapat berubah sesuai dengan pemanfaatannya (Zalmita, dkk 2020).

Seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan perkembangan struktur perekonomian, kebutuhan lahan untuk kegiatan non pertanian cenderung meningkat. Akibatnya, alih fungsi lahan pertanian sulit dihindari. Beberapa kasus menunjukkan jika di suatu lokasi terjadi alih fungsi lahan, maka dalam waktu yang tidak lama lahan di sekitarnya juga beralih fungsi secara progresif (Muhammad Fikruddin Buraerah, dkk. 2020).

Penggunaan lahan harus disesuaikan dengan daya dukung lahannya dikarenakan lahan memiliki keterbatasan dalam daya dukung. Pertimbangan yang lain yaitu karena keterbatasan lahan dalam kuantitas, dan keterbatasan lahan dalam melayani kepentingan alih fungsi lahan (Vashni 2020).

Selama ini sungai Kr. Keureuto menimbulkan bencana banjir di daerah pengalirannya terutama di Kecamatan Matangkuli, Lhoksukon, Baktiya, Tanah Pasir dengan lama genangan 7 hari sampai 15 hari serta tinggi genangan 60 cm sampai 100 cm. Untuk mengatasi banjir dapat dilakukan berbagai upaya struktural seperti membangun tanggul pada sungai agar debit banjir tidak menggenangi daerah sekitarnya, namun upaya ini membutuhkan biaya yang besar sehingga perlu dilakukan upaya non struktural yang tidak membutuhkan biaya yang besar melalui upaya optimasi tataguna lahan di DAS sehingga memberikan debit banjir yang relatif lebih kecil di daerah hilir (Wesli, 2011).

Perubahan ekonomi, sosial, budaya, dan politik masyarakat sebagai dampak alih fungsi lahan pertanian bersifat tidak dapat balik dan akan menurunkan intensitas hubungan sosial masyarakat (Monsaputra 2023). Meninjau dari permasalahan tersebut diperlukan pemantauan penggunaan lahan di kawasan DAS Keureuto. Kondisi topografi yang curam serta perubahan tata guna lahan yang masih di hulu DAS Krueng Keureuto (Umam, et al., 2022). Wilayah DAS Keureuto juga saat ini sedang berada dalam permasalahan, di mana sungai utama Krueng Keureuto tidak dapat menampung debit banjir rencana dan genangan banjir di area pemukiman warga yang cukup tinggi (Fadhliani, et al., 2021). Pemantuan dalam penggunaan lahan sangat diperlukan untuk meninjau pergerakan perubahan lahan dari pertanian menjadi non pertanian. Pemantauan sangat diperlukan untuk meninjau penggunaan lahan agar sesuai dengan kebutuhan masyarakat (Djamaluddin, dkk 2019).

Pemantauan atau monitoring tata guna lahan suatu daerah dapat dilakukan menggunakan teknologi penginderaan jauh atau *remote sensing* dan *geographic information system* (SIG) (Lindari dan Subadiyasa 2018). Penggunaan data satelit merupakan cara yang efektif untuk pemetaan penutup lahan dan vegetasi, karena data satelit memiliki rentang waktu yang dapat diatur untuk pengambilan data citra untuk lokasi yang sama. Dengan menggunakan peta temporal, kita memperoleh

peta perubahan lahan pada waktu tertentu sehingga kita dapat menganalisis bagaimana keadaan lahan yang terjadi (Zalmita, dkk 2020).

Teknologi SIG memiliki keuntungan yaitu dapat melakukan kajian analisis perubahan lahan waktu yang relatif singkat untuk cakupan wilayah yang luas. SIG dapat digunakan sebagai metode alternatif dalam menampilkan data penggunaan lahan secara visual, tampilan ini sangat efektif yang dapat digunakan sebagai dasar dalam alokasi perencanaan oleh pihak terkait (Asra dkk.2020).

Klasifikasi citra multispektral pada penelitian ini dilakukan menggunakan metode *supervised classification* dengan dua jenis algoritma yaitu *minimum distance* dan *maximum likelihood*. Keunggulan perihal menentukan rerata tiap kelas dengan metode yang sederhana dimiliki oleh *minimum distance*. Pada *maximum likelihood* mempunyai kelebihan klasifikasi, dengan cara melakukan evaluasi kuantitatif varian ataupun keterkaitan pola tanggapan spektral ketika piksel yang tak dikenali terklasifikasi (Pertami, dkk 2022).

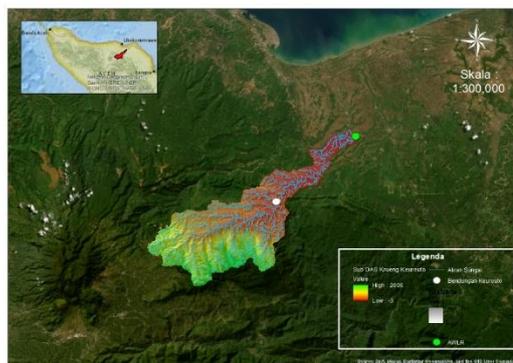
Penelitian ini bertujuan melihat luas perubahan lahan, mendeskripsikan dan menganalisa perkembangan perubahan penggunaan lahan pada Sub DAS Krueng Keureuto dari tahun 2015-2021. Analisis dilakukan dengan menggunakan teknologi *Sistem Informasi Geografis (SIG)* dan teknologi penginderaan jauh atau *remote sensing*. Kajian ini diharapkan dapat memberikan informasi secara visual yang dapat digunakan sebagai bahan informasi oleh Pemerintah maupun pihak terkait.

2. Metode Penelitian

Jenis pendekatan yang digunakan adalah pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode deskriptif analisis. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif, metode penelitian ini dilaksanakan untuk mendeskripsikan dan memvisualisasikan suatu objek penelitian secara detail dengan kondisi yang sebenarnya. Metode penelitian ini bertujuan mendeskripsikan objek penelitian secara sistematis, faktual dan akurat berdasarkan fakta dan karakteristik objek atau subjek yang diteliti (Zalmita, dkk 2020). Penelitian ini menggunakan data spasial berupa peta Sub DAS Krueng Keureuto, Peta Tata Guna Lahan tahun 2015 dan tahun 2021.

2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Sub DAS Krueng Keureuto. Secara administratif, wilayah ini terletak pada dua daerah.



Gambar 1 Peta Lokasi

Letak daerah hulunya di Kabupaten Bener Meriah dan daerah hilirnya terletak pada outlet AWLR (*Automatic Water Level Recorder*) Krueng Keureuto di Kabupaten Aceh Utara Provinsi Aceh seperti diperlihatkan pada Gambar 1. Lokasi penelitian ini memiliki luas wilayah 302 km². Penelitian ini berlangsung dari tahun 2015 sampai dengan tahun 2021.

2.2 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Untuk kelancaran dalam penelitian ini, diperlukan data yang baik dan benar dengan asumsi agar tujuan penelitian dapat dicapai. Maka dari itu diperlukan data-data sekunder yang bersumber dari sumber yang baik dan benar. Adapun data-data sekunder yang dibutuhkan sebagai berikut:

- a. Data *Digital Elevation Model* (DEM) yang di dapatkan dari instansi resmi lembaga pemerintahan yaitu Badan Informasi Geospasial (BIG), dengan situs resmi (<https://tanahair.indonesia.go.id/demnas/#/>).
- b. Data ini berupa Data Citra Satelit Landsat 8 yang didapatkan dari situs resmi *United State Geological Survey* (USGS) (<https://earthexplorer.usgs.gov/>).
- c. Data AWLR berikut penampang sungai pada lokasi
- d. Data sampel koordinat tipe tata guna lahan

2.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian diawali dengan persiapan dan pengumpulan data yang bertujuan untuk memastikan ketersediaan data-data yang digunakan untuk mendukung penelitian. Selanjutnya, analisis data dilakukan terhadap data-data sekunder yang diperoleh, untuk dua kondisi analisis yaitu kondisi eksisting (perencanaan awal) dan kondisi saat ini. Lalu menganalisis perubahan tata guna lahan pada Sub DAS Krueng Keureuto.

3. Hasil dan Pembahasan

Sub DAS Krueng Keureuto terletak diantara dua daerah administrasi yaitu Kabupaten Bener Meriah dan Kabupaten Aceh Utara Provinsi Aceh. Batas outlet penelitian ini terdapat pada AWLR Krueng Keureuto yang berlokasi pada 5° 01' 58,2" LU; 97° 16' 19,6" BT. Lokasi ini berdekatan dengan Kota Lhoksukon yang merupakan ibu kota Kabupaten Aceh Utara. Ini menyebabkan setiap limpasan air yang berlebih pada Sub DAS Krueng Keureuto akan langsung melimpas ke kota Lhoksukon sehingga menyebabkan perekonomian lumpuh. Berdasarkan data statistik Provinsi Aceh 2022 menyebutkan bahwa Kabupaten Aceh Utara merupakan Kabupaten tertinggi pertumbuhan jumlah penduduk di Provinsi Aceh. Sehingga hal ini tentu berdampak setiap tahunnya pada perubahan tata guna lahan pada daerah tersebut terkhususnya pada Sub DAS Krueng Keureuto.

Perubahan karakteristik hidrologi DAS salah satunya diakibatkan pertambahan jumlah penduduk dan kebutuhan sarana penunjangnya. Meningkatnya jumlah penduduk berbanding terbalik dengan kondisi tutupan lahan yang semakin menurun kualitas lingkungannya, sehingga memberikan dampak yang nyata terhadap berkurangnya kuantitas dan kualitas sumber daya air (Utami,dkk 2020).

3.1 Analisis Perubahan Tata Guna Lahan

Perubahan penggunaan lahan pertanian ke permukiman menjadi hal yang biasa terjadi hampir semua di wilayah Indonesia. Hal yang perlu di perhatikan dalam melakukan perubahan penggunaan lahan adalah dampak yang akan terjadi kedepannya di wilayah yang mengalami perubahan penggunaan lahan tersebut (Ruwanto dan Banowati 2021).

Klasifikasi tata guna lahan dalam penelitian ini meliputi 7 jenis yaitu hutan, kebun, ladang, semak belukar, sawah, permukiman dan sungai. Untuk luas tata guna lahan yang ada di Sub DAS Krung Keureuto tahun 2015 dan 2021 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Perubahan Tata Guna Lahan Sub DAS Krueng Keureuto
Tahun 2015 dan Tahun 2021

No.	Keterangan Jenis Tata Guna Lahan	2015	2021
		Luas (km^2)	Luas (km^2)
1	Hutan	190,12	106,47
2	Ladang	28,47	42,83
3	Permukiman	11,02	30,19
4	Perkebunan	33,92	69,69
5	Sawah	7,65	3,99
6	Semak Belukar	28,10	45,48
7	Sungai	3,04	3,68
	Jumlah	302,32	302,32

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat secara keseluruhan luas tata guna lahan di Sub DAS Krueng Keureuto. Hutan menjadi lahan paling luas dibandingkan dengan luas wilayah lainnya. Pada tahun 2015 luas lahan ini mencapai 190.12 km^2 . Walaupun demikian lahan ini mengalami pengurangan luas yang paling signifikan dibandingkan lahan yang lainnya hingga tahun 2021. Sedangkan untuk lahan yang paling kecil luasnya dari tahun 2015-2021 pada Sub DAS Krueng Keureuto adalah sungai. Luas sungai pada tahun 2015 adalah 3.05 km^2 , luas ini terus bertambah hingga tahun 2021 hingga luasnya menjadi 3.68 km^2 .

Perubahan penggunaan lahan merupakan perubahan penggunaan suatu lahan menjadi penggunaan lahan yang lain yang memiliki manfaat dan nilai yang lebih tinggi. Perubahan penggunaan lahan biasanya disebabkan oleh faktor alamiah dan faktor sosial (Zalmita, dkk 2020).

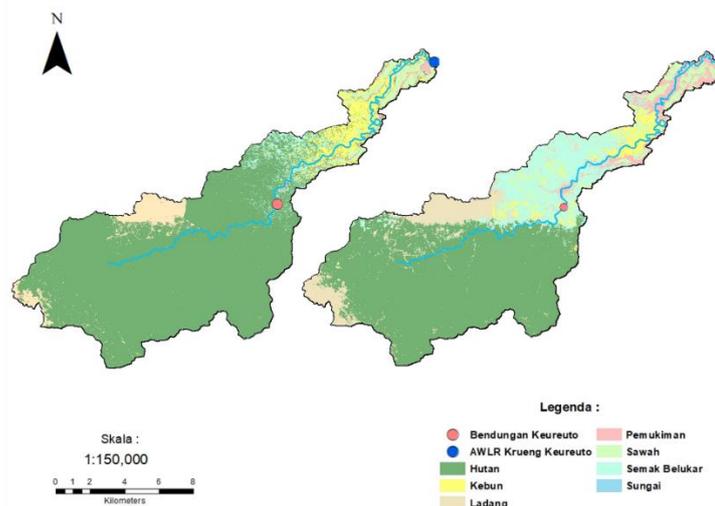
Secara umum perubahan tata guna lahan dari tahun 2015-2021 di Sub DAS Krueng Keureuto sangat signifikan terjadi pada lahan hutan. Ini dikarenakan pada tahun 2015 luas lahan ini mencapai 190.12 km^2 namun pada tahun 2021 berkurang sampai 106.47 km^2 (Tabel 1). Pengurangan luas lahan ini mencapai hingga 27.67% sehingga menempatkan luas lahan hutan sebagai lahan paling besar pengurangannya. Perubahan lahan terjadi pada kelas hutan yang mengalami pengurangan akibat deforestasi menjadi penggunaan lahan lainnya, seperti semak/belukar, perkebunan, bahkan pertanian lahan kering. Pengurangan luas hutan berpeluang terjadi karena keinginan masyarakat untuk membuka lahan usaha

baru maupun mendapatkan nilai hasil hutan berupa penebangan kayu (Fadhil,dkk. 2021). Untuk lahan yang mengalami pertambahan luas paling besar terdapat pada lahan perkebunan yaitu pada tahun 2015 dari luas 33.92 km² atau 11.22% dari luas total Sub DAS Krueng Keureuto, bertambah luas pada tahun 2021 seluas 69.69 km² atau 23.05%. Dapat lihat bahwa keseluruhan bertambahnya luas perkebunan dari tahun 2015-2021 mencapai 11.83%.

Lahan sawah merupakan lahan yang tidak terlalu luas di Sub DAS Krueng Keureuto. Luas lahan ini pada tahun 2015 adalah 7.65 dan luas pada tahun 2021 sebesar 3.99 km². Lahan sawah dari tahun 2015-2021 mengalami pengurangan luas lahan dari 2.53% menjadi 1.32% pada tahun 2021 dari luas total Sub DAS Krueng Keureuto. Hal ini menyebabkan luas lahan sawah ini beralih fungsi menjadi pemukiman, ladang, dan perkebunan.

Lahan pemukiman pada Sub DAS Krueng Keureuto lebih dominan terdapat pada daerah hilirnya dikarenakan dekat dengan pusat ibu kota. Semakin dekat dengan fasilitas umum maka lokasi tersebut semakin diminati oleh penduduk untuk dijadikan permukiman baru. Keberadaan fasilitas umum yang lengkap dapat mendukung aktivitas penduduk sehari-hari. Fasilitas yang dimaksud seperti sarana pendidikan, sarana kesehatan, sarana pemerintah, dan sarana perekonomian seperti pasar dan pusat perbelanjaan (Adawiyah 2021). Luas lahan pemukiman pada tahun 2015 sebesar 11.02 km² atau 3.64 % dari luas total Sub DAS Krueng Keureuto, kemudian pada tahun 2021 mengalami peningkatan sebesar 30.19 km² atau 9.99 % dari total luas lahan Sub DAS Krueng Keureuto.

Untuk perubahan lahan secara keseluruhan dari tahun 2015-2021 lahan pemukiman pertambahan luas lahan sebesar 19.17 km² yang beralih fungsi dari semak belukar, sungai,sawah,sungai,kebun,ladang dan hutan. Dengan terjadinya alih fungsi lahan kawasan pertanian menjadi lahan terbangun, menyebabkan tanah untuk meresap air menjadi berkurang karena sudah tertutup oleh lahan terbangun (Soemadiredja dan Asyiwati 2022). Perubahan tata guna lahan di Sub DAS Krueng Keureuto tahun 2015-2021 dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Peta Tata Guna Lahan Sub DAS Krueng Keureuto Tahun 2015 (kiri) dan Tahun 2021 (kanan)

Lahan semak belukar pada tahun 2015 mempunyai luas sebesar 9.29% dan luas pada 2021 adalah 15.04%. Lahan semak belukar ini tahun 2015-2021 mengalami penambahan luas lahan yang lumayan cukup besar mencapai 5.75% dari luas total Sub DAS Krueng Keureuto seluas 302 km². Perubahan semak belukar ini meningkat disebabkan peralihan fungsi dari lahan hutan.

Sungai mempunyai luas 3.04 km² pada tahun 2015 dan luas pada tahun 2021 seluas 3.68 km². Lahan ini merupakan yang mengalami perubahan paling sedikit dari lahan lainnya yaitu sebesar 1.22%. Penambahan luas lahan pada sungai diakibatkan dari erosi dan longsor pada dinding sungai.

Secara Umum terlihat pada komponen tata guna lahan hutan dan sawah terkonsersi menjadi lahan pemukiman, perkebunan, ladang, semak belukar dan sungai. pengurangan paling signifikan terjadi pada wilayah hutan. konversi lahan paling utama terjadi pda kawasan pemukiman dan perkebunan.

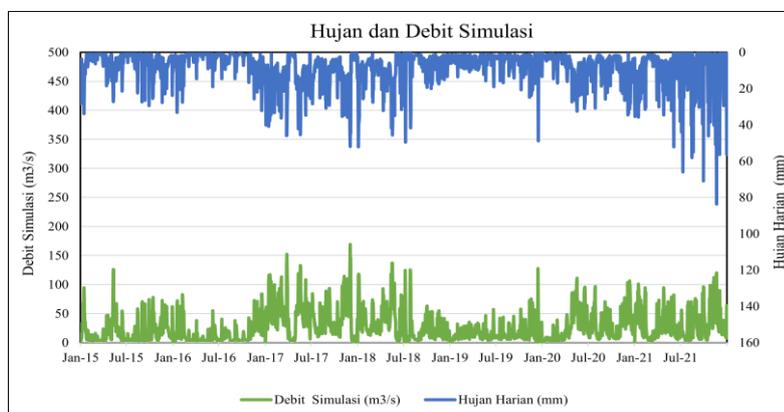
Perubahan pola penggunaan lahan untuk kegiatan usaha ekonomi memang memberikan manfaat sosial dan ekonomi, namun seringkali berdampak sebaliknya terhadap lingkungan karena dapat mengubah kondisi hidrologi alami Daerah Aliran Sungai (DAS)(Cahyono,dkk .2021)

Faktor yang mempengaruhi perubahan penggunaan lahan dan tutupan lahan yaitu faktor dari fisik lahan dan faktor ekonomi yang dipengaruhi kondisi sosial dan budaya masyarakat setempat sehingga pola penggunaan lahan suatu daerah yang diakibatkan oleh pertambahan penduduk (Christian,dkk 2021).

Perubahan pola penggunaan lahan untuk kegiatan usaha ekonomi memang memberikan manfaat sosial dan ekonomi, namun seringkali berdampak sebaliknya terhadap lingkungan karena dapat mengubah kondisi hidrologi alami Daerah Aliran Sungai (DAS)

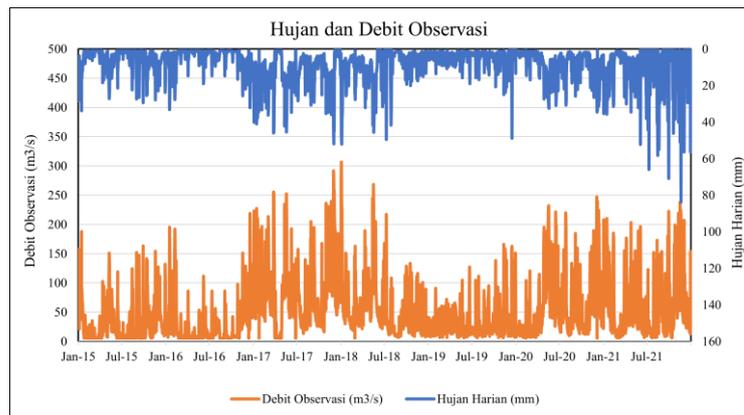
3.2 Analisis Debit Aliran Sungai

Berdasarkan data AWLR dan penampang sungai serta data satelit hujan Global Precipitation Measurement (GPM), diperoleh hasil simulasi dengan menggunakan model HEC-HMS, disajikan pada Gambar 3. Data hujan (mm) diplot pada bagian absis atas dan debit aliran sungai simulasi (m³/detik) pada absis bawah dari tahun 2015 hingga 2021. Diperoleh perbandingan data debit sungai dan hujan simulasi yang dapat dilihat dari garis puncak. Diketahui bahwa ketika curah hujan tinggi, debit simulasi juga cenderung tinggi.



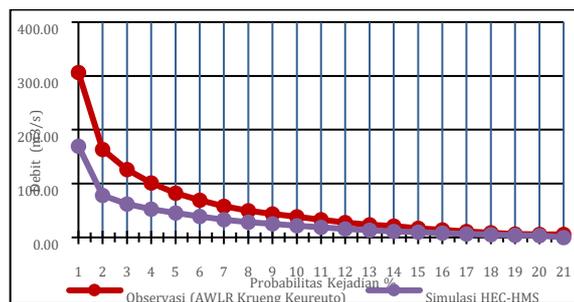
Gambar 3 Perbandingan kedalaman hujan dan debit simulasi

Selanjutnya data observasi dari perhitungan AWLR dan penampang sungai dianalisis dengan cara yang sama, hasil disajikan pada Gambar 4. Pada waktu yang sama, diketahui bahwa debit observasi cenderung lebih tinggi dibandingkan debit simulasi pada waktu yang sama pada Gambar 3. Hal ini dapat disebabkan oleh penyederhanaan model terhadap sistem sungai dan juga data hujan satelit yang digunakan. Fluktuasi debit ini tidak hanya semata karena perubahan tata guna lahan namun juga disebabkan dengan tingginya intensitas hujan yang terjadi pada rentan waktu tersebut. Pada grafik simulasi trend debit tampak mengikuti trend dari hujan. Hal ini, bermakna bahwa model dengan kondisi tata guna lahan sistem DAS dapat merespon dengan baik input data dalam merepresentasikan sistem.



Gambar 4 Perbandingan kedalaman hujan dan debit observasi

Analisis menggunakan FDC (*Flow Duration Cuve*) untuk debit simulasi dan debit observasi, disajikan pada Gambar 5. Tingkat kecuraman grafik mengisyaratkan laju limpasan yang dipengaruhi perubahan tata guna lahan. Simulasi untuk periode tujuh tahun dari 2015 sampai dengan 2021 menghasilkan FDC yang lebih landai dibandingkan dengan FDC dari debit observasi. Hal ini menunjukkan bahwa laju limpasan model lebih rendah dibandingkan laju limpasan sebenarnya.



Gambar 5 Perbandingan FDC debit simulasi dan debit observasi

Melalui grafik FDC diperoleh jika grafik menurun secara drastis atau curam maka berbanding lurus dengan signifikan laju limpasan. Kondisi ini terjadi apabila saat kondisi hujan, air yang jatuh tidak dapat meresap oleh tanah secara maksimal sehingga nilai debit limpasan besar dan berpengaruh juga pada besarnya debit pada outlet DAS.

3 Kesimpulan dan Saran

3.2 Kesimpulan

Berdasarkan analisis penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa telah terjadi perubahan tata guna lahan dalam kurun waktu 2015-2021. Adapun perubahan yang terjadi adalah bertambahnya luas lading, pemukiman, perkebunan, semak belukar dan sungai, serta berkurangnya luas sawah dan hutan. Perubahan tata guna lahan menyebabkan berkurangnya jumlah area yang dapat menyerap air dan bertambahnya area yang kedap dengan air pada wilayah krueng keureuto. Hal ini juga dapat diketahui dari besarnya laju limpasan permukaan dan besarnya debit aliran sungai observasi daripada debit simulasi pada model HEC HMS dan FDC.

3.3 Saran

Studi ini dapat digunakan untuk lanjutan kajian hidrologi pada DAS Krueng Keureto terutama dengan aplikasi model hujan limpasan. Demikian juga terkait data tambahan lain seperti data stasiun curah hujan.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai oleh dana AKSI-ADB Universitas Malikussaleh Tahun 2023 dengan nomor kontrak 25/UN45.3.8/HK.02.03/2023. Penulis juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas dukungan yang diberikan oleh BWS Sumatera I dalam hal penyediaan data dan konsultasi.

Daftar Kepustakaan

- Adawiyah, Husnul. 2021. "Analisis Sistem Informasi Geografis Perubahan Penggunaan Lahan Di Kecamatan Labuhan Haji." *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi* 5 (1): 174-84. <https://doi.org/10.29408/Geodika.V5i1.3674>.
- Angin, Ignasius Suban. 2021. "Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Kota Kupang Nusa Tenggara Timur Tahun 2010-2018 (Studi Kasus Di Kecamatan Kelapa Lima, Oebobo, Dan Kota Lama)" 2.
- Asra, Reza, Andi Ayu Nurnawati, Muh Irwan, Dan Muh Faisal Mappiasse. T.T. "Analisis Perubahan Lahan Sawah Berbasis Sistem Informasi Geografis Di Wilayah Perkotaan Pangkajene Kabupaten Sidenreng Rappang."
- Astuty, Yulia Indri, Ayu Mardalena, Dan Adi Wibowo. T.T. "Analysis Of Land Use Changes In Cianjur Regency."
- Cahyono, Yosef Endri, - Hasim, Dan Iswan Dunggio. 2021. "Analisis Pola Perubahan Penggunaan Lahan Di Daerah Aliran Sungai Biyonga, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo." *Gorontalo Journal Of Forestry Research* 4 (2): 72. <https://doi.org/10.32662/Gjfr.V4i2.1698>.
- Candra, Danang Surya, Dan Universitas Jendral Soedirman. 2014. "Koreksi Radiometrik Citra Landsat-8 Kanal Multispektral Menggunakan Top Of Atmosphere (Toa) Untuk Mendukung Klasifikasi Penutup Lahan."

- Christian, Yohanes, Chay Asdak, Dan Dwi Rustam Kendarto. 2021. “Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Di Kabupaten Bandung Barat.” *Jurnal Teknotan* 15 (1): 15. <https://doi.org/10.24198/jt.vol15n1.3>.
- Djamaluddin, Magfirah, Andi Ramlan, Dan Muh. Jayadi. 2019. “Monitoring Perubahan Areal Persawahan Menggunakan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus: Kecamatan Pallangga Kabupaten Gowa).” *Jurnal Ecosolum* 8 (1): 1. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v8i1.6892>.
- Fadhil, Muhammad Yahya, Yayat Hidayat, Dan Dwi Putro Tejo Baskoro. 2021. “Identifikasi Perubahan Penggunaan Lahan Dan Karakteristik Hidrologi Das Citarum Hulu: Das Citarum Hulu, Karakteristik Hidrologi, Perubahan Penggunaan Lahan.” *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 26 (2): 213–20. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.2.213>.
- Hapsary, Maharany Shandra Ayu, Sawitri Subiyanto, Dan Hana Sugiastu Firdaus. 2021. “Analisis Prediksi Perubahan Penggunaan Lahan Dengan Pendekatan Artificial Neural Network Dan Regresi Logistik Di Kota Balikpapan.”
- Lindari, Putu Candra, Dan Nengah Netera Subadiyasa. 2018. “Monitoring Perubahan Lahan Sawah Dan Alih Kepemilikan Lahan Di Kecamatan Ubud Berbasis Remote Sensing Dan Gis” 7 (2).
- Monsaputra, Monsaputra. 2023. “Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Pertanian Menjadi Perumahan Di Kota Padang Panjang.” *Tunas Agraria* 6 (1): 1–11. <https://doi.org/10.31292/jta.v6i1.200>.
- Muhammad Fikruddin Buraerah, Emil Salim Rasyidi, Reski Sandi, Reski Sandi. 2020. “Pemetaan Perubahan Penggunaan Lahan Di Wilayah Kabupaten Takalar Tahun 1999 - 2019 Menggunakan Sistem Informasi Geografis.” Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Pada Masyarakat Universitas Bosowa.
- Ode, Chairunnisa Rudyanti, R. Syafruddin, Dan D. Runtulalo. 2013. “Analisis Tata Guna Lahan Berbasis Gis Menggunakan Citra Landsat 8 Di Kabupaten Enrekang.” Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik. Universitas Hasanuddin, Kabupaten Gowa.
- Pertami, Diah, I Wayan Nuarsa, Dan I Dewa Nyoman Nurweda Putra. 2022. “Pemetaan Perubahan Penggunaan Lahan Wilayah Pesisir Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya, Tahun 2013 Dan 2019.” *Journal Of Marine Research And Technology* 5 (1): 10. <https://doi.org/10.24843/jmrt.2022.v05.i01.p03>.
- Rendra, Pradnya Paramarta Raditya, Nana Sulaksana, Dan Boy Yoseph C. S. S. Alam. 2019. “Peran Citra Satelit Landsat 8 Dalam Identifikasi Tata Guna Lahan Di Wilayah Kabupaten Sumedang.” *Bulletin Of Scientific Contribution: Geology* 17 (2): 101–8. <https://doi.org/10.24198/bsc>.
- Ruwanto, Sandi, Dan Eva Banowati. 2021. “Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Sawah Menjadi Lahan Terbangun Di Kecamatan Gubug Kabupaten Grobogan Tahun 2000-2018.”
- Saiby, Andi Muhammad Subhan. 2023. “Evaluasi Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan Kota Belopa Terhadap Kebutuhan Air Irigasi D.I Bajo.” *Jurnal Sains Dan Teknologi Tadulako* 9 (1): 28–44. <https://doi.org/10.22487/jstt.v9i1.448>.
- Salsabila. 2022. “Pemetaan Perubahan Penggunaan Lahan Pertanian Ke Non Pertanian Di Kalurahan Panggungharjo Kapanewon Sewon Dan Kalurahan

- Karangtengah Kapanewon Imogiri Kabupaten Bantul.” (Doctoral Dissertation, Upn’veteran" Yogyakarta).
- Soemadiredja, Raden Siti Sarah Aprillya, Dan Yulia Asyiwati. 2022. “Kajian Hubungan Perubahan Penggunaan Lahan Terhadap Air Limpasan Di Desa Cimekar Kecamatan Cileunyi Kabupaten Bandung.” *Jurnal Riset Perencanaan Wilayah Dan Kota*, Juli, 36–43. <https://doi.org/10.29313/Jrpwk.V2i1.757>.
- Utami, Widya Ulfah, Enni Dwi Wahjunie, Dan Suria Darma Tarigan. 2020. “Karakteristik Hidrologi Dan Pengelolaannya Dengan Model Hidrologi Soil And Water Assessment Tool Sub Das Cisadane Hulu.” *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 25 (3): 342–48. <https://doi.org/10.18343/Ipi.25.3.342>.
- Vashni, Michael. 2020. “Analisis Perubahan Lahan Untuk Melihat Arah Perkembangan Wilayah Menggunakan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus : Kota Medan) *Jurnal Geodesi Undip*.”
- Wesli, Hamzani. 2011. “Mereduksi Banjir Melalui Optimasi Tataguna Lahan (Studi Kasus Das Sungai Krueng Keureuto).” *Teras Jurnal* 1 (2): 105–44.
- Wesli, Wesli. 2021. “Kajian Spasial Dan Partisipasi Masyarakat Sebagai Upaya Pengendalian Banjir Di Kabupaten Aceh Utara.” *Teras Jurnal* 1 (1). <https://doi.org/10.29103/Tj.V1i1.58>.
- Zalmita, Novia, Yuri Alvira, Dan M. Hafizul Furqan. 2020. “Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (Sig) Di Gampong Alue Naga Kecamatan Syiah Kuala Tahun 2004-2019.” *Jurnal Geografi* 9(1):1. <https://doi.org/10.24036/Geografi/Vol9-Iss1/920>.