

Analisis Lahan dengan Metode Skoring Berbasis *GIS* sebagai Upaya Penanganan Banjir pada Sub DAS Gunting

Boga Aris Gumelar, Ismail Sa'ud, dan Rizki Robbi Raham Alam
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: ismail@ce.its.ac.id

Abstrak—Sub DAS Gunting, dengan luas mencapai 363 km², memiliki peran krusial sebagai wilayah resapan air di dalam DAS Brantas. Namun, dampak perubahan tata guna lahan yang disebabkan oleh pertumbuhan penduduk yang cepat telah mengurangi luas resapan air, yang pada gilirannya berkontribusi terhadap meningkatnya risiko banjir. Untuk mengatasi tantangan ini, kami melakukan analisis spasial menggunakan metode skoring guna menilai tingkat kekritisitas daerah resapan air di Sub DAS Gunting. Analisis kekritisitas lahan ini dilakukan dengan membandingkan potensi infiltrasi alami dan tingkat infiltrasi aktual di wilayah Sub DAS Gunting. Potensi infiltrasi alami dihitung melalui overlay dan skoring peta kemiringan lereng, peta jenis tanah, serta peta hujan infiltrasi. Sementara itu, tingkat infiltrasi aktual dievaluasi berdasarkan peta tutupan lahan Sub DAS Gunting. Berdasarkan analisis spasial dengan metode skoring, hasil menunjukkan bahwa kondisi potensi infiltrasi alami sebagian besar berada dalam kategori sedang dengan luas 182,3 km² (50,11% dari luas Sub DAS Gunting), sementara kondisi kekritisitas lahan mayoritas masuk dalam kategori baik dengan luas 157,7 km² (43,35% dari luas Sub DAS Gunting). Temuan ini memberikan panduan penting dalam merumuskan langkah-langkah strategis untuk menjaga dan mengoptimalkan fungsi daerah resapan air serta mengurangi risiko banjir di Sub DAS Gunting.

Kata Kunci—Daerah Resapan Air, Lahan Kritis, Analisis Spasial, Metode Skoring.

I. PENDAHULUAN

Sub DAS Gunting terletak dalam kawasan DAS Brantas, meliputi wilayah tiga kabupaten, yakni Kabupaten Kediri, Kabupaten Jombang, dan Kabupaten Mojokerto. Sub DAS Gunting membentang seluas 363 km², yang sebagian besar merupakan daerah resapan air. Kehadiran Sub DAS Gunting sebagai area resapan air sangat penting, namun pertumbuhan penduduk yang terus meningkat di wilayah ini dapat mempengaruhi pola penggunaan lahan yang ada. Pada tahun 2016-2017, pertumbuhan penduduk di Kabupaten Kediri mencapai 0,45%, di Kabupaten Jombang sebesar 0,46%, dan di Kabupaten Mojokerto sebesar 0,86% [1]. Pertumbuhan ini berdampak pada perubahan tata guna lahan dan kemungkinan pengurangan area resapan air di Sub DAS Gunting karena pembangunan infrastruktur baru. Hal ini kemudian memengaruhi kapasitas tanah dalam menyerap air, mengakibatkan penurunan daya serap air dan potensi banjir. Data dari Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa banjir sering terjadi di beberapa kecamatan yang termasuk dalam wilayah Sub DAS Gunting [2]. Situasi ini mengisyaratkan adanya permasalahan terkait infiltrasi air dalam tanah, sehingga perlu dilakukan penilaian lahan dengan teknik penentuan klasifikasi tingkat infiltrasi [3].

Penelitian yang dilakukan mengenai kritisitas lahan menggunakan pendekatan analisis spasial dan metode skoring dilakukan di daerah Sub DAS Cikeruh, yang terletak antara Kabupaten Bandung dan Kabupaten Sumedang [4]. Penelitian ini berfokus pada respon terhadap laju pertumbuhan penduduk yang signifikan dan perubahan penggunaan lahan yang berakibat pada masalah banjir dan penurunan kapasitas resapan air. Hasil penelitian mengidentifikasi kondisi daerah resapan air di Sub DAS Cikeruh menjadi lima kategori, yaitu mulai kritis dengan luas mencapai 40,14%, kondisi baik seluas 24,61%, kondisi agak kritis seluas 24,70%, kondisi kritis seluas 6,32%, dan kondisi normal alami seluas 4,23%. Secara umum, kondisi daerah resapan air di Sub DAS Cikeruh cenderung berada dalam status mulai kritis, yang mencakup luas area sekitar 7670,29 hektar. Hal ini menggambarkan adanya permasalahan yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan resapan air di kawasan tersebut.

Kondisi daerah resapan air yang berada dalam status kritis memiliki potensi dampak negatif terhadap lingkungan, seperti terjadinya banjir. Oleh karena itu, tindakan yang perlu diambil adalah melakukan pemetaan kritisitas daerah resapan air melalui penerapan analisis spasial dan metode skoring. Langkah ini bertujuan untuk merencanakan strategi perbaikan lahan yang sesuai dan tepat dalam konteks Sub DAS Gunting. Dengan pemahaman yang lebih mendalam tentang tingkat kritisitas dan area yang terdampak, tindakan preventif dan korektif yang efektif dapat dirancang untuk mengurangi risiko banjir serta menjaga fungsi penting daerah resapan air tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Lahan Kritis

Lahan kritis adalah lahan di dalam maupun di luar kawasan hutan yang telah mengalami kerusakan, sehingga kehilangan atau berkurang fungsinya sampai pada batas yang ditentukan atau diharapkan. Terdapat berbagai indikator terjadinya lahan kritis antara lain erosi, kekeringan, menurunnya kualitas dan kuantitas air, terjadi erosi dan sedimentasi, dan lain-lain. Jika masalah utama yang terjadi pada DAS/Sub DAS tersebut adalah fluktuasi air atau banjir yang tinggi maka diperlukan penilaian dengan teknik penentuan klasifikasi tingkat infiltrasi [3].

B. Overlay Peta

Salah satu metode yang umum digunakan dalam pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah metode overlay, yang juga dikenal dengan istilah tumpang susun. Overlay yaitu kemampuan untuk menempatkan grafis

Tabel 1.
Hubungan Kemiringan Lereng dan Tingkat Infiltrasi

Kelas	Lereng (%)	Deskripsi	Transform Nilai Faktor	
			Infiltrasi (fc)	Notasi
I	< 8	Datar	> 0,80	a
II	8 - 15	Landai	0,70 - 0,80	b
III	15 - 25	Bergelombang	0,50 - 0,70	c
IV	25 - 40	Curam	0,20 - 0,50	d
V	> 40	Sangat Curam	< 0,20	e

Tabel 2.
Potensi Infiltrasi untuk Setiap Jenis Tanah

Kelas	Deskripsi	Notasi	Jenis Tanah
I	Besar	a	Andosol Hitam
II	Agak Besar	b	Andosol Coklat
III	Sedang	c	Regosol
IV	Agak Kecil	d	Latosol
V	Kecil	e	Aluvial

satu peta diatas grafis peta yang lain dan menampilkan hasilnya di layar komputer atau pada plot [5]. Metode overlay pada dasarnya menggabungkan dua atau lebih peta yang memiliki informasi yang berbeda, menghasilkan informasi baru yang terintegrasi. Dalam melakukan overlay, penting bahwa semua peta yang digunakan harus memiliki patokan koordinat yang sama agar hasilnya akurat dan konsisten.

A. Metode Skoring

Skoring merupakan metode pengambilan keputusan dengan memberikan nilai atau skor pada setiap parameter yang berpengaruh. Kemudian dilakukan perhitungan dengan mempertimbangkan faktor terbesar penyebab kejadian. Pada penelitian ini pemberian nilai atau skor pada setiap parameter sepenuhnya mengacu pada “Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P. 32/Menhut-Ii/2009 Tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan Dan Lahan Daerah Aliran Sungai (RTkRHL-DAS)”. Terdapat beberapa parameter yang digunakan, antara lain:

1) Topografi

Dengan memanfaatkan data dari peta topografi, dapat dihasilkan peta kemiringan lereng. Peta ini selanjutnya akan dianalisis untuk memberikan nilai dan klasifikasi berdasarkan pengaruhnya terhadap proses infiltrasi. Dengan cara ini, kita dapat mengidentifikasi bagian-bagian wilayah yang memiliki kemiringan tertentu yang kemudian mempengaruhi kemampuan tanah dalam menyerap air. Dari sini, kita dapat memahami bagaimana karakteristik kemiringan lereng berkontribusi terhadap tingkat infiltrasi air dalam tanah, yang dapat dilihat pada Tabel 1.

2) Tanah

Setiap jenis tanah memiliki kemampuan yang berbeda dalam hal meloloskan air. Untuk memahami lebih lanjut tentang karakteristik ini, diperlukan peta yang menggambarkan jenis-jenis tanah di wilayah tersebut. Peta jenis tanah ini akan dianalisis untuk memberikan nilai dan klasifikasi berdasarkan pengaruhnya terhadap proses infiltrasi air. Dengan melakukan analisis ini, kita dapat mengenali bagaimana masing-masing jenis tanah mempengaruhi kemampuan tanah dalam menyerap dan meresapkan air yang dapat dilihat pada Tabel 2.

3) Curah Hujan

Secara potensial, kemampuan infiltrasi air dalam tanah akan lebih besar pada hujan dengan periode waktu terjadinya yang lebih panjang. Oleh karena itu, dalam konteks infiltrasi,

Tabel 3.
Klasifikasi Nilai” Hujan Infiltrasi” RD

Kelas	Deskripsi	Nilai RD	Notasi
I	Rendah	< 2500	a
II	Sedang	2500 - 3500	b
III	Agak Besar	3500 - 4500	c
IV	Besar	4500 - 5500	d
V	Sangat Besar	> 5500	e

Tabel 4.
Nilai Tingkat Infiltrasi Aktual

Kelas	Klasifikasi		Tipe Penggunaan Lahan
	Deskripsi	Notasi	
I	Besar	A	Hutan Lebat
II	Agak Besar	B	Hutan Produksi, Perkebunan
III	Sedang	A	Semak, Padang Rumput
IV	Agak Kecil	B	Hortikultura (landai)
V	Kecil	A	Pemukiman, Sawah

faktor hujan dapat dijadikan sebagai faktor” hujan infiltrasi” yang disingkat sebagai” RD”. Faktor ini dihitung dengan cara mengalikan jumlah hujan tahunan dengan jumlah hari hujan, kemudian dibagi dengan 100. Hasil analisis nilai RD ini akan mengindikasikan potensial infiltrasinya. Berdasarkan hasil analisis ini, nilai RD dapat diklasifikasikan sebagai berikut yang dapat dilihat pada Tabel 3.

4) Tipe Penggunaan Lahan

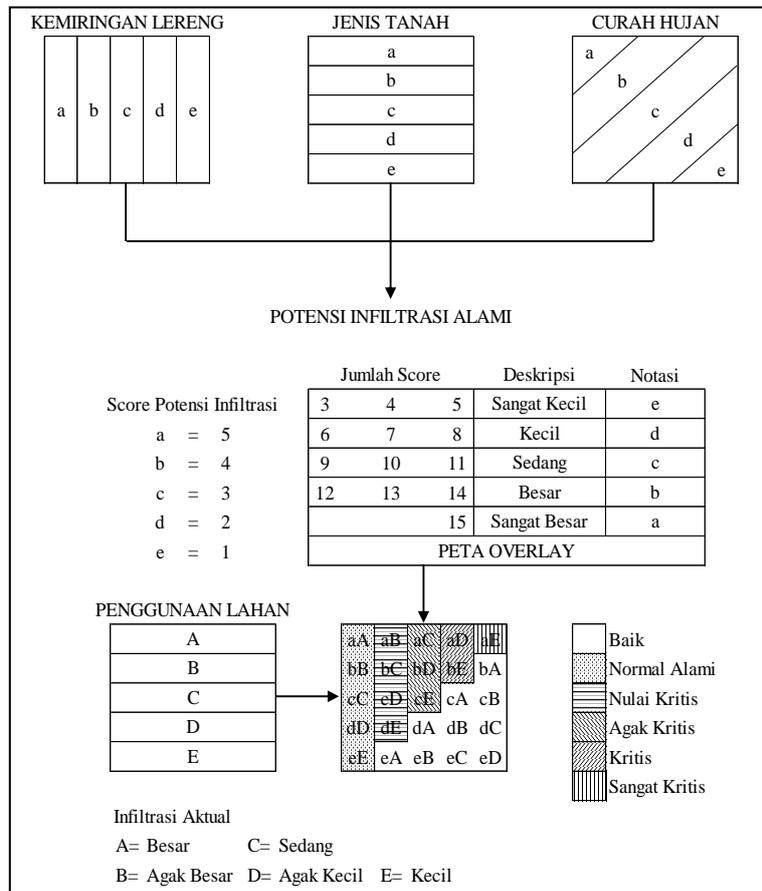
Penggunaan lahan sangat mempengaruhi infiltrasi yang terjadi. Mengingat besarnya pengaruh dari penggunaan lahan, maka dalam kaitannya dengan nilai tingkat infiltrasi aktual secara kualitatif dapat dibuat klasifikasi sebagai-berikut yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tahapan berikutnya dalam penilaian terhadap kondisi daerah resapan air melibatkan pengumpulan nilai-nilai dari berbagai parameter yang mempengaruhinya. Melalui proses ini, kita dapat melakukan penjumlahan dan evaluasi terhadap parameter-parameter yang relevan. Hasil evaluasi ini membantu dalam mengklasifikasikan kondisi daerah resapan air dengan membandingkan nilai potensi infiltrasi alami yang dapat dicapai dengan nilai infiltrasi aktual yang terjadi. Dengan demikian, kita dapat mengidentifikasi apakah daerah resapan air tersebut memiliki tingkat kemampuan yang baik dalam menyerap dan meresapkan air, atau apakah ada perbedaan yang signifikan antara potensi dan kenyataan infiltrasi. Informasi ini memberikan panduan penting dalam merencanakan tindakan yang diperlukan untuk menjaga atau meningkatkan kapasitas resapan air di wilayah tersebut.

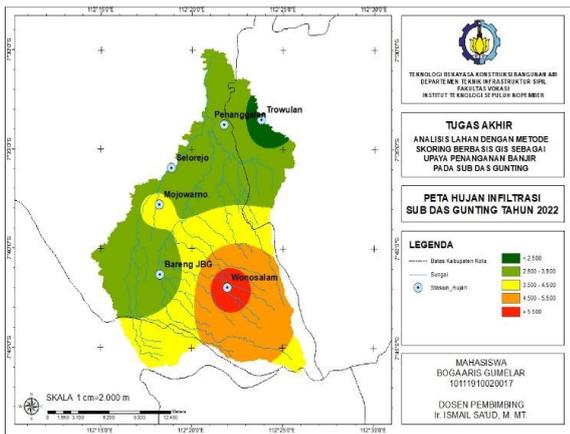
III. METODOLOGI

Kajian ini dimulai dengan studi literatur guna mempelajari konsep yang berkaitan dengan karakteristik lahan kritis dan analisis spasial. Pengumpulan data untuk penelitian ini mencakup Data Elevasi Permukaan (DEM) di wilayah Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Gunting, Peta Klasifikasi Jenis Tanah di Sub DAS Gunting, Peta Pemanfaatan Lahan di Sub DAS Gunting, Peta Kemiringan Lereng di Sub DAS Gunting, Data Curah Hujan dalam rentang tahun 2008-2022.

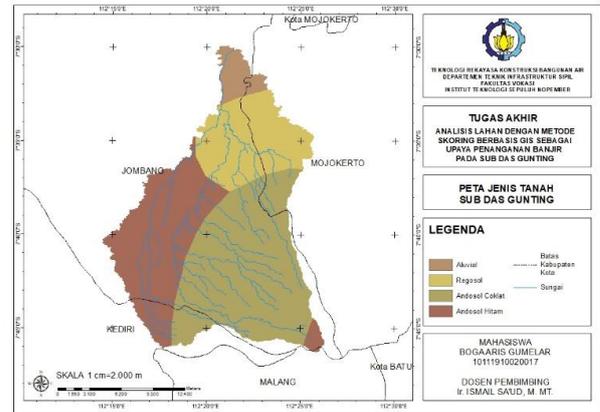
Analisis mengenai kritisitas daerah resapan air merujuk pada ketentuan dalam Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor P. 32/Menhut-II/2009 yang mengatur tentang Rencana Teknik Rehabilitasi Hutan dan Lahan di Daerah Aliran Sungai (RTkRHL-DAS). Dalam regulasi tersebut, kondisi daerah resapan air dapat diklasifikasikan melalui perbandingan antara nilai potensi infiltrasi alami dan



Gambar 1. Garis Besar pendekatan Penyusunan Model Pengkajian Daerah Resapan.



Gambar 2. Peta Hujan Infiltrasi Sub DAS Gunting 2022.



Gambar 3. Peta Jenis Tanah Sub DAS Gunting.

nilai infiltrasi aktual. Potensi infiltrasi alami diperoleh melalui proses overlay dari peta kemiringan lereng, peta jenis tanah, dan peta curah hujan infiltrasi. Sementara, nilai infiltrasi aktual diambil dari peta tutupan lahan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Parameter Lahan Kritis

Evaluasi terhadap potensi infiltrasi alami suatu lahan melibatkan observasi terhadap beberapa parameter penting, termasuk tingkat hujan infiltrasi, jenis tanah yang ada, serta kemiringan lereng. Sementara itu, untuk memperoleh data tentang infiltrasi aktual yang terjadi, pengamatan dilakukan pada parameter tutupan lahan yang ada. Melalui tahap ini, kita dapat melakukan penilaian mendalam terhadap kualitas

infiltrasi, yang dapat berfungsi sebagai indikator penting dalam menilai sejauh mana kemampuan suatu lahan dalam menyerap dan meresapkan air. Evaluasi ini sangat relevan dalam mengidentifikasi apakah kemampuan lahan dalam mengatur aliran air baik atau perlu perbaikan, yang pada gilirannya dapat berdampak pada potensi resiko banjir atau permasalahan lain yang terkait.

1) Hujan Infiltrasi

Pengkajian hujan infiltrasi dilakukan pada setiap tahun selama periode 15 tahun. Dari hasil analisis tersebut, dipilih data yang menunjukkan tingkat kritis yang paling signifikan. Tahun dengan tingkat kritis tertinggi tercatat pada tahun 2022, dan informasi lebih lanjut dapat ditemukan di Tabel 5. Selanjutnya dari Hasil Analisis dibuat sebuah peta hujan

Tabel 5.
Hujan Infiltrasi Sub DAS Gunting 2022

Stasiun Hujan	Curah Hujan Tahunan (P) mm	Jumlah Hari Hujan (Hh) hari	Hujan Infiltrasi (RD)	Deskripsi	Notasi	Nilai
St. Trowulan	1822	114	2077,1	Rendah	a	5
St. Bareng JBG	2309	132	3047,9	Sedang	b	4
St. Mojowarno	2399	150	3598,5	Agak Besar	c	3
St. Penanggalan	2307	136	3137,5	Sedang	b	4
St. Selorejo	2191	132	2892,1	Sedang	b	4
St. Wonosalam	3710	160	5936,0	Sangat Besar	e	1

Tabel 6.
Kemampuan Infiltrasi Tanah Sub DAS Gunting

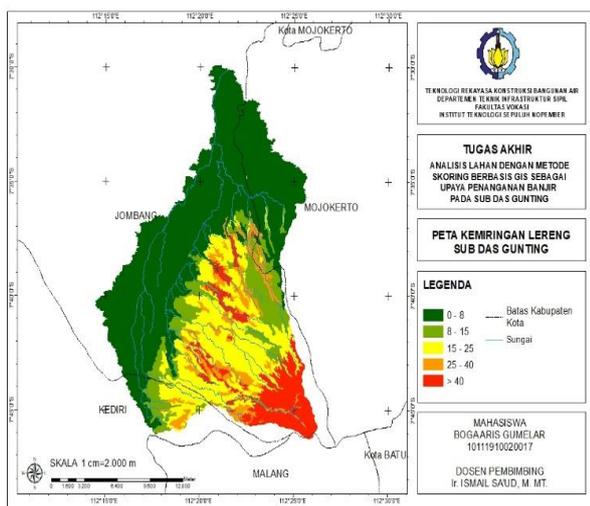
Jenis Tanah	Deskripsi	Notasi	Nilai
Andosol Hitam	Infiltrasi Besar	a	5
Andosol Coklat	Infiltrasi Agak Besar	b	4
Regosol	Infiltrasi Sedang	c	2
Aluvial	Infiltrasi Kecil	e	1

Tabel 7.
Hubungan Kemiringan Lereng dan Tingkat Infiltrasi Sub DAS Gunting

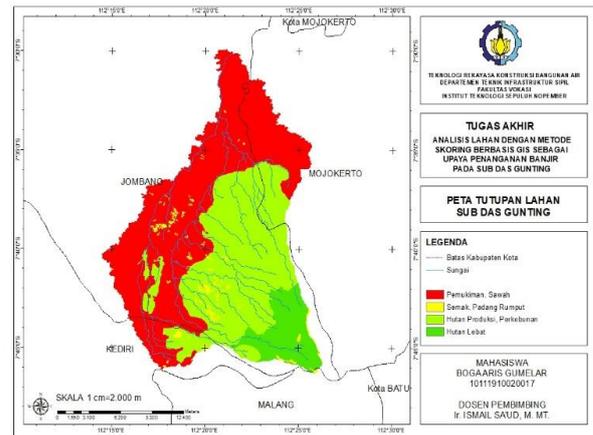
Kemiringan Lereng	Deskripsi	Notasi	Nilai
0 - 8	Datar	a	5
8 - 15	Landai	b	4
15 - 25	Bergelombang	c	3
25 - 40	Curam	d	2
> 40	Sangat Curam	e	1

Tabel 8.
Nilai Tingkat Infiltrasi Aktual Sub DAS Gunting

Jenis Tutupan Lahan	Deskripsi	Notasi	Nilai
Hutan Lebat	Infiltrasi Besar	A	5
Hutan Produksi, Perkebunan	Infiltrasi Agak Besar	B	4
Semak, Padang Rumput	Infiltrasi Sedang	C	3
Pemukiman, Sawah	Infiltrasi Kecil	E	1



Gambar 4. Peta Kemiringan Lereng Sub DAS Gunting.



Gambar 5. Peta Tutupan Lahan Sub DAS Gunting (overlay).

infiltrasi yang dapat dilihat pada **Error! Reference source not found.**

2) *Jenis Tanah*

Di dalam Sub DAS Gunting terdapat variasi jenis tanah yang berbeda, dengan karakteristik masing-masing yang dapat ditemukan dalam Tabel 6. Informasi lebih lanjut mengenai jenis tanah tersebut juga tergambar dalam **Error! Reference source not found.** yang merupakan peta jenis tanah di Sub DAS Gunting.

3) *Kemiringan Lereng*

Dalam lingkup Sub DAS Gunting, potensi infiltrasi yang terkait dengan kemiringan lereng dapat diidentifikasi melalui

Tabel 7. Informasi lebih detail terkait kemiringan lereng juga tergambar dalam Gambar 4, yang merupakan peta kemiringan lereng di Sub DAS Gunting.

4) *Tutupan Lahan*

Pada Sub DAS Gunting sendiri kemampuan infiltrasi yang berkaitan dengan jenis tutupan lahan dapat dilihat pada Gambar 5 dan Tabel 8.

B. *Identifikasi Kekritisan Lahan*

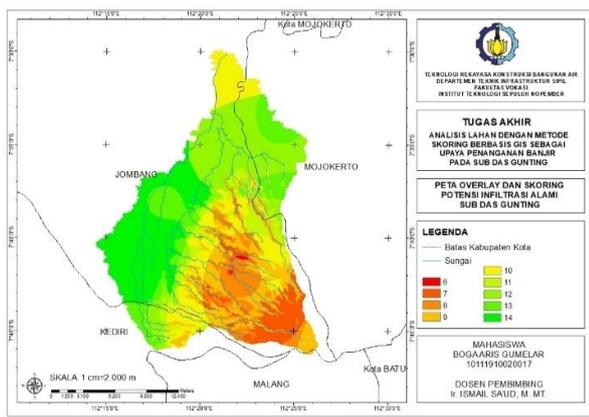
Untuk mengidentifikasi tingkat kekritisan lahan di Sub DAS Gunting, pengetahuan tentang potensi infiltrasi alami dari daerah tersebut menjadi sangat penting. Proses analisis potensi infiltrasi alami dilaksanakan melalui tahap overlay dan skoring yang melibatkan peta hujan infiltrasi, peta jenis tanah, dan peta kemiringan lereng. Penggabungan data ini

Tabel 9.
Potensi Infiltrasi Alami Sub DAS Gunting

Infiltrasi Alami	Luas (km ²)	Persentase	Notasi	Nilai
Sangat Kecil	0	0,00%	e	1
Kecil	55,301281	15,20%	d	2
Sedang	182,317605	50,11%	c	3
Besar	126,226747	34,69%	b	4
Sangat Besar	0	0,00%	a	5
Total	363,846	100%		

Tabel 10.
Kekritisitan Lahan Sub DAS Gunting

Kekritisitan	Luas (km ²)	Persentase
Baik	157,732	43,35%
Normal Alami	21,7023	5,96%
Mulai Kritis	2,29405	0,63%
Agak Kritis	76,7439	21,09%
Kritis	105,373	28,96%
Sangat Kritis	0	0,00%
Total	363,846	100%



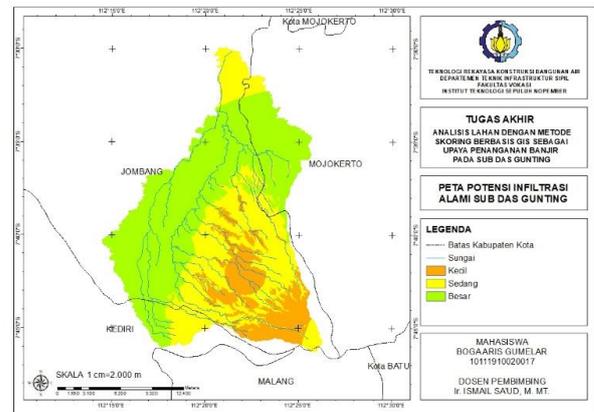
Gambar 9. Peta Overlay dan Skoring Potensi Infiltrasi Alami Sub DAS Gunting.

memungkinkan penilaian lebih mendalam terhadap potensi infiltrasi alami. Penentuan potensi infiltrasi alami dilakukan dengan cara menjumlahkan nilai-nilai dari ketiga peta yang terlibat dalam overlay dan skoring. Hasil dari tahap ini tercermin dalam bentuk peta overlay dan skoring potensi infiltrasi alami yang dapat ditemukan pada Gambar 6.

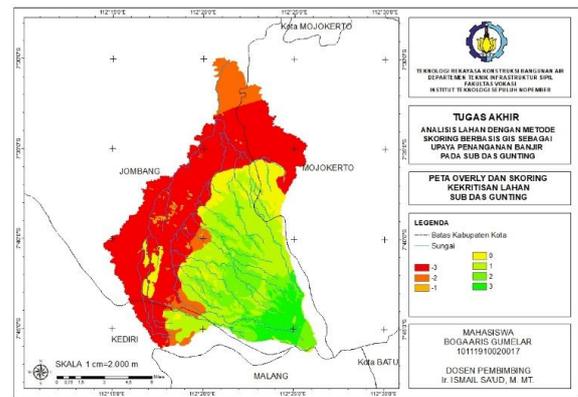
Setelah proses overlay dan skoring selesai, nilai-nilai yang dihasilkan berada dalam rentang antara 6 hingga 14. Langkah berikutnya adalah mengelompokkan nilai-nilai ini sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan, sebagaimana terlihat pada Gambar 1. Hasil pengelompokan nilai-nilai tersebut memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang distribusi potensi infiltrasi alami di wilayah Sub DAS Gunting. Hasil pengelompokan ini kemudian diterjemahkan dalam bentuk peta potensi infiltrasi alami Sub DAS Gunting, yang dapat ditemukan pada **Error! Reference source not found.** Peta ini memberikan visualisasi yang jelas tentang distribusi potensi infiltrasi alami di wilayah Sub DAS Gunting.

Melalui hasil analisis yang dilakukan, diperoleh informasi mengenai luas masing-masing potensi infiltrasi alami di wilayah Sub DAS Gunting. Informasi ini telah diatur dalam format yang tertera pada Tabel 9, yang memberikan gambaran komprehensif tentang sebaran luas dari berbagai tingkatan potensi infiltrasi alami di dalam Sub DAS Gunting.

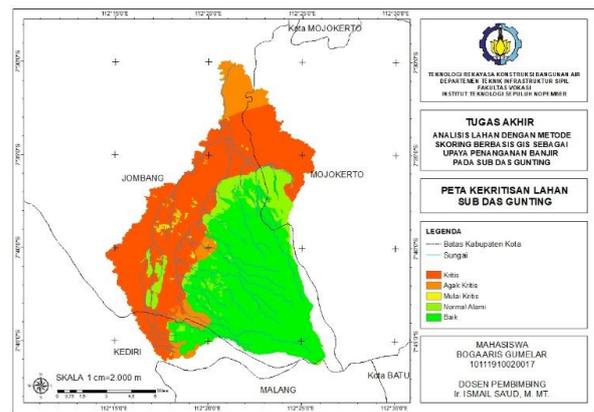
Langkah selanjutnya dalam penilaian tingkat kekritisitan daerah resapan air adalah dengan membandingkan peta potensi infiltrasi alami dengan peta infiltrasi aktual,



Gambar 6. Peta Potensi Infiltrasi Alami Sub DAS Gunting.



Gambar 7. Peta Overlay dan Skoring Kekritisitan Lahan Sub DAS Gunting.



Gambar 8. Peta Kekritisitan Lahan Sub DAS Gunting.

berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan dalam Gambar 1. Proses ini melibatkan perbandingan antara kondisi potensi infiltrasi alami dan infiltrasi aktual. Dalam hal ini, perhitungan dapat dilakukan dengan mengurangi nilai infiltrasi aktual dari nilai potensi infiltrasi alami. Hasil perhitungan ini menggambarkan perbedaan kondisi lahan. Nilai positif menunjukkan kondisi lahan yang baik, nilai 0 mengindikasikan kondisi lahan normal alami, sedangkan nilai negatif diklasifikasikan lebih rinci: nilai (-1) mengartikan kondisi lahan mulai kritis, nilai (-2) menandakan kondisi lahan agak kritis, nilai (-3) mencerminkan kondisi lahan kritis, dan nilai (-4) menggambarkan kondisi lahan sangat kritis. Dengan metode ini, kita dapat mengidentifikasi dan mengkategorikan tingkat kekritisitan lahan dengan lebih mendalam, yang menjadi dasar penting dalam upaya

perencanaan dan pengelolaan lahan yang lebih efektif, dapat dilihat pada Gambar 8.

Setelah proses overlay dan skoring selesai, diperoleh sejumlah nilai dalam rentang antara (-3) hingga 3. Rentang nilai ini mencerminkan tingkat kekritisn lahan di wilayah Sub DAS Gunting. Dalam langkah selanjutnya, nilai-nilai tersebut diinterpretasikan dan disajikan dalam bentuk peta kekritisn lahan Sub DAS Gunting, yang dapat ditemukan pada Gambar 9. Peta ini memberikan visualisasi yang jelas tentang distribusi tingkat kekritisn lahan di wilayah tersebut.

Hasil analisis menghasilkan data luasan untuk setiap kondisi lahan yang ada di wilayah Sub DAS Gunting. Data ini tercantum dalam Tabel 10 yang memberikan informasi penting mengenai distribusi luasan dari masing-masing kondisi lahan.

V. KESIMPULAN

Dalam metode skoring yang diterapkan, terlihat bahwa kondisi potensi infiltrasi alami di Sub DAS Gunting didominasi oleh tingkat sedang, mencakup luas 182,3 km² atau sekitar 50,11% dari keseluruhan wilayah Sub DAS Gunting. Sementara itu, hasil analisis terkait kekritisn lahan menunjukkan bahwa kondisi kekritisn lahan di Sub DAS

Gunting didominasi oleh kategori baik, meliputi luas 157,7 km² atau sekitar 43,35%. Informasi ini memiliki implikasi penting dalam perencanaan pengelolaan dan mitigasi risiko banjir di wilayah Sub DAS Gunting.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik (BPS), "Jumlah Penduduk dan Laju Pertumbuhan Penduduk Menurut Kabupaten/Kota di Provinsi Jawa Timur, 2010, 2016 dan 2017," *jatim.bps.go.id/*, 2018. <https://jatim.bps.go.id/statictable/2018/10/29/1324/jumlah-penduduk-dan-laju-pertumbuhan-penduduk-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-jawa-timur-2010-2016-dan-2017.html>.
- [2] Badan Pusat Statistik, "Jumlah Desa/ Kelurahan yang Mengalami Bencana Alam Menurut Kecamatan," 2019.
- [3] Menteri Kehutanan, *Peraturan Menteri Kehutanan Tentang Perubahan Kedua Atas Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.32/Menhut-II/2009 Tentang Tata Cara Penyusunan Rencana Teknik*. Jakarta: Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai (Rtk RHL-DAS), 2012.
- [4] S. Santosa, E. Suryadi, and R. Kendarto, "Analisis kekritisn daerah resapan air menggunakan metode skoring di sub das cikeruh," *J. Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, pp. 79–89, 2021.
- [5] K. Darmawan, Hani'ah, and A. Suprayogi, "Analisis tingkat kerawanan banjir di kabupaten sampang menggunakan metode overlay dan scoring berbasis sistem informasi geografis," *J. Geod. UNDIP*, pp. 31–40, 2017.