

**ANALISIS SPASIAL KESESUAIAN FUNGSI KAWASAN DAERAH ALIRAN
SUNGAI BANGOP DENGAN RENCANA TATA RUANG WILAYAH KABUPATEN
TAPANULI TENGAH
(STUDI KASUS: KECAMATAN SARUDIK)**

Ahyar Abdi Nasution¹, Jef Rudiantho Saragih², Ummu Harmain³

Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota Sekolah Pascasarjana Universitas Simalungun

ABSTRAK

Tujuan penelitian untuk mengetahui tingkat kesesuaian fungsi kawasan eksisting Daerah Aliran Sungai Bangop di Kecamatan Sarudik dengan rencana pola ruang RTRW Kabupaten Tapanuli Tengah (2013-2033) serta mengetahui lokasi fungsi kawasan terbaik dalam kaitannya menghindari daerah rawan banjir di Kecamatan Sarudik. Penelitian dilakukan menggunakan metode analisis spasial berbasis sistem informasi geospasial. Teknik yang digunakan adalah teknik overlay dan scoring terhadap peta - peta yang dibutuhkan untuk mendapatkan informasi lokasi dan keterangan sesuai kebutuhan yang telah direncanakan sebelumnya. Fotometri dilakukan menggunakan drone yang hasil fotonya diolah untuk dapat dipergunakan sebagai peta dasar digitasi penggunaan lahan aktual di Kecamatan Sarudik. Penelitian mengenai sebaran dan kondisi daerah resapan Kecamatan Sarudik mendapatkan hasil bahwa terdapat kondisi daerah resapan tidak kritis 4.306,61 Ha (95,29%), dan kondisi daerah resapan kritis 212,75 Ha (4,71%). Tingkat kesesuaian fungsi kawasan di Kecamatan Sarudik dengan rencana pola ruang RTRW Kabupaten Tapanuli Tengah (2013-2033) adalah Hutan Lindung (99,90%), Hutan Produksi Konversi (91,34%), Kawasan Perikanan (99,99%), Pemukiman (99,99%), dan Sempadan Sungai (70,04%). Sebagai upaya menghindari dampak banjir, diperoleh lahan seluas 242,07 Ha yang berada diluar daerah kerawanan banjir dan memiliki kondisi daerah resapan yang baik.

Kata kunci : Analisis Spasial, Kondisi Daerah Resapan

ABSTRACT

The aim of the research is to determine the level of suitability of regional functions in the Bangop River Basin in Sarudik District with the spatial pattern plan for the RTRW of Central Tapanuli Regency (2013-2033) and to find out the location of the best regional functions in avoiding flood-prone areas in Sarudik District. The research was carried out using a spatial analysis method based on a geospatial information system. The technique used is an overlay and scoring technique on the maps needed to obtain location information and information according to previously planned needs. Photometry was carried out using a drone whose photos were processed to be used as a digitized base map of actual land use in Sarudik District. Research on the distribution and condition of catchment areas in Sarudik District found that there were non-critical catchment area conditions of 4,306.61 Ha (95.29%), and critical catchment area conditions of 212.75 Ha (4.71%). The level of suitability of regional functions in Sarudik District with the RTRW spatial pattern plan of Central Tapanuli Regency (2013-2033) is Protected Forest (99.90%), Convertible Production Forest (91.34%), Fishery Area (99.99%), Settlement (99.99%), and River Borders (70.04%). In an effort to avoid the impact of flooding, 242.07 Ha of land was obtained which is outside flood prone areas and has good catchment area conditions.

Keywords: Spatial Analysis, Conditions of Catchment Areas



PENDAHULUAN

Keberadaan dan kondisi ekosistem Daerah Aliran Sungai (DAS) menjadi semakin kritis akibat terjadinya penyimpangan tata guna lahan. Sempadan sungai, areal pertanian perkotaan, dan ruang terbuka lainnya, yang seharusnya tetap hijau, mulai dirambah menjadi areal permukiman dan perdagangan. Kawasan – kawasan terbuka tersebut sebenarnya dapat digunakan sebagai kawasan resapan air yang memiliki fungsi untuk menjaga keseimbangan siklus hidrologi sebuah wilayah. Kondisi hidrologi yang tetap dalam keadaan seimbang bertujuan untuk menghindari dampak buruk bagi kehidupan masyarakat. Oleh karena itu, perkembangan permukiman yang saat ini terjadi dapat mengancam keberadaan dan luasan area kawasan yang seharusnya difungsikan untuk menjadi resapan air.

Perubahan fungsi lahan akan sangat berpengaruh pada siklus hidrologi terutama proses peresapan air ke dalam tanah. Pendirian suatu bangunan menyebabkan lahan tersebut menjadi lebih kedap air dibanding keadaan semula. Jumlah air yang meresap ke dalam tanah akan menurun dengan drastis atau bahkan tidak ada sama sekali sehingga aliran air permukaan akan meningkat. Kepadatan bangunan yang makin meningkat mengakibatkan kualitas keseimbangan lingkungan semakin menurun. Berkurangnya kawasan resapan air dapat mengurangi kemampuan dalam fungsinya sebagai kawasan penyangga lingkungan. Berkurangnya kawasan resapan air akan berakibat limpasan air yang semakin besar. Hal tersebut akan berdampak pada timbulnya bencana banjir di kawasan setempat atau bahkan di kawasan lain di luar kawasan penyangga.

Kecamatan Sarudik adalah salah satu Pusat Pelayanan Kawasan (PPK) dengan fungsi pelayanan sebagai pusat pemerintahan kecamatan, industri, perdagangan, jasa, perikanan, pariwisata dan permukiman; diarahkan untuk ditingkatkan menjadi Pusat Kegiatan Lokal promosi (PKLp) sesuai dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Tapanuli Tengah Tahun 2013 - 2033 yang telah disahkan melalui Peraturan Daerah Kabupaten Tapanuli Tengah nomor 8 Tahun 2013. Hal ini berkaitan dengan tujuan penataan ruang wilayah Kabupaten Tapanuli Tengah yaitu untuk mewujudkan ruang kabupaten sebagai salah satu pusat perdagangan, jasa, perikanan, industri, dan pariwisata di Kawasan Barat Sumatera Utara.

Banjir yang terjadi di Kecamatan Sarudik sudah menjadi pemandangan yang sering terlihat pada musim hujan. Bahkan jika terjadi intensitas hujan yang cukup tinggi, walau tidak sedang dalam musim hujan, Kecamatan Sarudik kerap mengalami banjir. Pada tahun 2019, Sarudik mengalami banjir dengan dampak yang cukup signifikan yaitu tergenangnya 2 kelurahan di Kecamatan Sarudik Kabupaten Tapanuli Tengah dan 1 Kelurahan di Kecamatan Sibolga Selatan Kota Sibolga dengan luas genangan ± 15,5 Ha, tinggi genangan 30 - 120 cm, dan lama genangan selama 5 - 7 jam. Banjir yang terjadi menyebabkan kerugian yang cukup besar bagi masyarakat. Kerugian yang dialami antara lain kerusakan pada fasilitas umum dan pemukiman warga, serta terganggunya bahkan terhentinya kegiatan sosial dan ekonomi masyarakat akibat genangan banjir yang terjadi. Sebagai salah satu fungsi dari daerah resapan air yaitu untuk menampung debit air hujan yang turun pada suatu DAS, maka daerah resapan air memiliki peran yang sangat penting sebagai salah satu pengendali banjir. Oleh karena itu, maka perlu dilakukan penilaian Kekritisitas Daerah Resapan yang salah satu tujuannya adalah untuk menentukan lokasi terbaik dalam menetapkan fungsi kawasan di Kecamatan Sarudik sehingga diharapkan kejadian banjir tidak terjadi lagi di kawasan tersebut.



Analisis spasial adalah cara bagaimana kita memahami dunia kita, pemetaan objek, bagaimana objek-objek tersebut berhubungan, arti dari hubungan tersebut, dan tindakan yang harus diambil dari hubungan tersebut. Analisis spasial adalah kemampuan yang beragam dan komprehensif yang mencakup analisis visual peta dan citra sederhana, analisis komputasi pola geografis, menemukan rute optimal, pemilihan lokasi, dan pemodelan prediktif tingkat lanjut. (Esri, 2013). Kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan sebidang lahan untuk penggunaan tertentu. Kesesuaian lahan tersebut dapat dinilai untuk kondisi saat ini (kesesuaian lahan aktual) atau setelah diadakan perbaikan (kesesuaian lahan potensial). Kesesuaian lahan pada hakikatnya merupakan penggambaran tingkat kecocokan sebidang lahan untuk suatu penggunaan tertentu (Sitorus, 2010).

Wilayah adalah ruang yang merupakan kesatuan geografis beserta segenap unsur terkait yang batas dan sistemnya ditentukan berdasarkan aspek administratif dan / atau aspek fungsional. Kawasan adalah wilayah yang memiliki fungsi utama lindung atau budi daya, dimana Kawasan Lindung adalah wilayah yang ditetapkan dengan fungsi utama melindungi kelestarian lingkungan hidup yang mencakup sumber daya alam dan sumber daya buatan; dan Kawasan Budi Daya adalah wilayah yang ditetapkan dengan fungsi utama untuk dibudidayakan atas dasar kondisi dan potensi sumber daya alam, sumber daya manusia, dan sumber daya buatan.

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 37, 2012). DAS merupakan wilayah yang paling tepat bagi pembangunan tempat bertemunya kepentingan nasional dengan kepentingan setempat. Pembangunan ekonomi yang mengolah kekayaan alam Indonesia harus senantiasa memperhatikan bahwa pengelolaan sumber daya alam di samping untuk membeli manfaat pada masa yang akan datang. Oleh sebab itu, sumber daya alam terutama hutan, tanah, dan air harus tetap dijaga agar kemampuannya untuk memperbaiki diri selalu terpelihara.

Daerah resapan air adalah daerah masuknya air dari permukaan tanah ke dalam zona jenuh air sehingga membentuk suatu aliran air tanah yang mengalir ke daerah yang lebih rendah. Rehabilitasi hutan dan lahan adalah upaya untuk memulihkan, mempertahankan dan meningkatkan fungsi hutan dan lahan guna meningkatkan daya dukung, produktivitas dan peranannya dalam menjaga sistem penyangga kehidupan. Dalam menyusun rencana kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan diperlukan beberapa acuan yang salah satunya adalah peta kekritisian daerah resapan air yang dapat menggambarkan kondisi daerah resapan.

Kemiringan lereng adalah perbandingan persentase antara jarak vertikal (tinggi lahan) dengan jarak horizontal (panjang lahan datar). Semakin landai kemiringan lerengnya maka semakin berpotensi terjadi banjir. Begitu pula sebaliknya, semakin curam kemiringannya maka semakin aman akan bencana banjir. Kemiringan lereng menunjukkan besarnya sudut yang terbentuk dari perbedaan ketinggian pada sebuah bentang alam, yang biasanya disajikan dalam satuan persentase atau derajat.

Banjir merupakan limpasan air yang melebihi tingkat air normal. Pada umumnya, banjir disebabkan oleh curah hujan tinggi di atas normal untuk kasus dimana sistem drainase



yang terdiri dari sungai, anak sungai, cekungan dangkal dan lainnya tidak mampu untuk mengakomodasi akumulasi air hujan atau luapan oleh akumulasi air hujan. (BNPB & JICA, 2015). Potensi ancaman bencana banjir dan disebabkan oleh dan ditambah dengan kerusakan aliran sungai dan/atau daerah resapan, ketidakpatuhan terhadap kebijakan tata ruang, pelanggaran hukum yang ada, rencana konstruksi yang kurang terintegrasi, dan kurangnya disiplin masyarakat.

Sempadan sungai adalah zona penyangga antara ekosistem perairan (sungai) dan daratan. Zona ini umumnya didominasi oleh tetumbuhan dan/atau lahan basah. Tetumbuhan tersebut berupa rumput, semak, ataupun pepohonan sepanjang tepi kiri dan/atau kanan sungai. Sempadan sungai yang cukup lebar dengan banyak kehidupan tetumbuhan (flora) dan binatang (fauna) di dalamnya merupakan cerminan tata guna lahan yang sehat pada suatu wilayah (Peraturan Menteri PUPR No. 28/PRT/M/2015, 2015). Bangunan yang diperbolehkan berada di dalam sempadan sungai adalah bangunan fasilitas kepentingan tertentu yang meliputi bangunan prasarana sumber daya air; fasilitas jembatan dan dermaga; jalur pipa gas dan air minum; rentangan kabel listrik dan telekomunikasi; dan bangunan ketenagalistrikan.

Ketidakhahaman tentang fungsinya yang sangat penting, umumnya di perkotaan, sempadan sungai tersebut menjadi hilang didesak oleh peruntukan lain. Hilangnya sempadan sungai juga mengakibatkan turunnya kualitas air sungai karena hilangnya fungsi filter yang menahan pencemar non - pointsource serta terjadinya peningkatan gerusan tebing sungai yang dapat mengancam bangunan atau fasilitas umum lain karena tergerus arus sungai. Karena gerusan tebing meningkat, geometri tampang sungai akan berubah menjadi lebih lebar, dangkal dan landai, kemampuan mengalirkan air juga akan menurun. Sungai yang demikian sangat rentan terhadap luapan banjir (Peraturan Menteri PUPR No. 28/PRT/M/2015, 2015).

Secara teknis SIG mengorganisasikan dan memanfaatkan data dari peta digital yang tersimpan dalam basis data. Dalam SIG, dunia nyata dijabarkan dalam peta digital yang menggambarkan posisi ruang (space) dan klasifikasi, atribut data, dan hubungan antar item data. Kerincian data dalam SIG ditentukan oleh besarnya satuan pemetaan terkecil yang dihimpun dalam basis data (Budiyanto, 2004). SIG mengolaborasi antara operasi database umum dan analisa statistik dengan tampilan yang unik yang kemudian melakukan analisis spasial yang disajikan melalui visualisasi peta. Visualisasi peta yang lengkap dengan atribut tersebut menjadikan SIG berbeda dari sistem informasi lainnya, dan sangat berguna bagi untuk menggambarkan kejadian, peramalan hasil, dan strategi perencanaan. Dalam SIG, analisis spasial dapat dilakukan dengan cara mengolah data menggunakan metode skoring melalui teknik overlay dengan bantuan tools open atribut dan fieldcalculator. Metode skoring dilakukan setelah proses pemberian klasifikasi skor pada tiap parameter dalam beberapa peta yang akan di - overlay (Aziza et al., 2021).

Penelitian yang dilakukan (Tampubolon, 2018) Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai Penentuan Kawasan Rawan Banjir di Kota Medan dengan hasil penelitian Membangun sistem informasi geografis (SIG) dengan software Arcview GIS dan metode scoring dan overlay ini dapat digunakan dalam menganalisa dan memetakan bencana banjir bulanan dan tahunan di Kota Medan sebagai antisipasi dini bencana. Kerawanan banjir di Kota Medan diperoleh 5 kelas rawan banjir, yaitu kelas sangat tinggi 31.07%, kelas tinggi 30.10%, kelas sedang 1.10%, kelas rendah 26.50%, kelas sangat rendah 11.23%. Sedangkan



penelitian (Wahyudi, 2019) Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Arahan Pengendalian Pemanfaatan Ruang di Kecamatan Mandau dengan hasil penelitian sebagian besar hasil evaluasi penggunaan lahan yang terdapat di Kecamatan Mandau sudah sesuai dengan pola ruang, baik yang berupa Penggunaan lahan eksisting maupun yang masih belum terlaksana, sedangkan penggunaan lahan eksisting yang tidak sesuai hanya sebagian kecil.

Penelitian dilakukan (Fadli, 2021) Evaluasi Kesesuaian Lahan di Sub DAS Pinang Lelah Das Indragiri hasil penelitian Setelah dilakukan tumpang tindih antara peta rencana penggunaan lahan dengan penggunaan lahan eksisting, diketahui bahwa penggunaan lahan saat ini belum sesuai dengan rencana penggunaan lahan dengan komposisi sebesar 50%. (Insya, 2022) Kajian Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Genangan Air di antara Sub DAS Sungai Selayang dan Sungai Putih Kota Medan dengan hasil penelitian terjadinya fenomena perubahan ekosistem sungai di Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Selayang dan Sungai Putih terhadap perubahan tata guna lahan yang berada disempadan Sungai menjadi lahan terbangun dan keberadaan saluran drainase yang tidak mengimbangi perubahan lahan terbangun sehingga tidak tertata baik keberadaan infrastruktur drainase yang mengakibatkan tidak mengalirnya air permukaan tersebut dan terjadi limpasan ke luar saluran menjadi genangan air. Secara umum genangan air permukaan dan banjir yang ditimbulkan memiliki dampak lingkungan yang cukup serius terhadap perkembangan kota.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif kuantitatif dengan metode yang bertujuan untuk membuat gambar atau deskriptif tentang suatu keadaan secara objektif yang menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut serta penampilan dan hasilnya

Metode Pengambilan Data

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah Peta Penutupan Lahan yang diperoleh dengan melakukan fotografi udara menggunakan drone. Hasil foto udara kemudian akan disusun menjadi suatu fotogrametri menggunakan perangkat lunak AgisoftMetashape Profesional 1.8.4. Hasil fotogrametri kemudian akan di masukkan ke perangkat lunak ArcGIS10.3. Pada perangkat lunak ArcGIS10.3, fotogrametri kemudian melalui proses digitasi dan pemberian atribut sehingga dapat menjadi peta penutupan lahan lengkap dengan keterangannya. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari instansi yang terkait dengan penelitian ini. Data sekunder yang menjadi data utama dalam penelitian ini, antara lain:peta DAS Bangop, peta kemiringan lereng, peta curah hujan, peta jenis tanah, peta administratif Kecamatan Sarudik, dan peta RTRW Kabupaten Tapanuli Tengah (2013-2033).

Variabel Yang Digunakan

Variabel dalam penelitian ini berfungsi sebagai parameter indikator yang akan digunakan sebagai objek sehingga dapat mencapai tujuan yang diinginkan dalam penelitian untuk mengidentifikasi dan analisis kesesuaian fungsi kawasan.

Tabel 1. Variabel Penelitian

Sasaran	Variabel
Mengetahuinilai infiltrasi potensial	- Kemiringanlereng - Jenis Tanah



	- Curah Hujan - Potensi Air Tanah
Mengetahuinilai infiltrasi aktual	- Penutupan lahan
Mengetahui kondisi daerah resapan	- Nilai infiltrasi potensial - Nilai infiltrasi aktual
Mengetahuitingkat kesesuaian fungsi kawasan eksisting terhadap RTRW Kabupaten	- Kondisi daerah resapan - Rencana Pola Ruang RTRW Kab. Tapanuli Tengah (2013-2033)
Mengetahui lokasi fungsi kawasan terbaik dalam kaitannya menghindari daerah rawan banjir di Kecamatan Sarudik	- Kondisi Daerah Resapan - Rencana Pola Ruang RTRW Kab. Tapanuli Tengah (2013-2033) - Kawasan Rawan Bencana Banjir

Metode Analisis Data

Analisis Nilai Infiltrasi Potensial

Analisis Nilai Infiltrasi Potensial dilakukan dengan melakukan teknik overlay terhadap peta kemiringan lereng, peta jenis tanah, peta curah hujan, dan peta potensi air tanah, kemudian melakukan skoring sehingga mendapatkan Peta Nilai Infiltrasi Potensial.\

Analisis Nilai Infiltrasi Aktual

Analisis Nilai Infiltrasi Aktual dilakukan dengan melakukan skoring terhadap peta penutupan lahan sehingga mendapatkan Peta Nilai Infiltrasi Aktual.

Analisis Kondisi Daerah Resapan

Analisis kondisi daerah resapan dilakukan dengan melakukan teknik overlay dan skoring terhadap Peta Nilai Infiltrasi Potensial dan Peta Nilai Infiltrasi Aktual sehingga mendapatkan Peta Kondisi Daerah Resapan.

Analisis Tingkat Kesesuaian Fungsi Kawasan Terhadap RTRW Kabupaten

Analisis tingkat kesesuaian fungsi kawasan terhadap RTRW Kabupaten digunakan untuk mengetahui kesesuaian antara rencana pola ruang RTRW Kabupaten terhadap kondisi daerah resapan. Peta Rencana Pola Ruang RTRW Kabupaten Tapanuli Tengah (2013-2033) akan di-overlay terhadap Peta Kondisi Daerah Resapan dan menghasilkan deskriptif dan persentase tingkat kesesuaian fungsi kawasan yang dimanfaatkan untuk kegiatan budi daya dengan kondisi daerah resapan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Matriks Hasil Penelitian

Analisis spasial dilakukan terhadap beberapa variabel dan data dalam mencapai sasaran tertentu, sebagai tujuan dan pendukung tujuan dari penelitian ini. Adapun tujuan analisis spasial pada penelitian ini adalah untuk: mengetahui Kondisi Daerah Resapan, mengetahui tingkat kesesuaian fungsi kawasan eksisting terhadap RTRW Kabupaten, dan mengetahui lokasi fungsi kawasan terbaik dalam kaitannya menghindari daerah rawan banjir di Kecamatan Sarudik. Sedangkan pendukung tujuan adalah untuk: mengetahui Potensi Infiltrasi Alami, dan mengetahui Nilai Infiltrasi Aktual. Kedua pendukung tujuan tersebut di analisis untuk mengetahui Kondisi Daerah Resapan.

Tabel 2. Matriks Hasil Penelitian

Sasaran	Variabel	Data	Hasil
---------	----------	------	-------



Mengetahui Potensi Infiltrasi Alami	-	Kemiringan Lereng	-	Peta Kemiringan Lereng	Peta Potensi Infiltrasi Alami
	-	Jenis Tanah	-	Peta Jenis Tanah	
	-	Curah Hujan Tahunan	-	Data Curah Hujan Tahunan	
	-	Potensi Air Tanah	-	Peta Potensi Air Tanah	
Mengetahui Nilai Infiltrasi Aktual	Penutupan Lahan		-	Hasil <i>Fotometri (Main Base)</i>	Peta Potensi Infiltrasi Aktual
			-	Citra SAS Planet (<i>Add On</i>)	
Mengetahui Kondisi Daerah Resapan	-	Potensi Infiltrasi Alami	-	Peta Potensi Infiltrasi Alami	Peta Kondisi Daerah Resapan
	-	Nilai Infiltrasi Aktual	-	Peta Nilai Infiltrasi Aktual	
Mengetahui tingkat kesesuaian fungsi kawasan eksisting terhadap RTRW Kabupaten	-	Rencana Pola Ruang RTRW Kabupaten Tapanuli Tengah (2013-2033)	-	Peta Rencana Pola Ruang RTRW Kabupaten Tapanuli Tengah (2013-2033)	Peta Kesesuaian Fungsi Kawasan Terhadap Rencana Pola Ruang RTRW Kab. Tap. Teng. (2013-2033)
	-	Penutupan lahan	-	Peta Nilai Infiltrasi Aktual	
Mengetahui lokasi fungsi kawasan terbaik dalam kaitannya menghindari daerah rawan banjir di Kecamatan Sarudik	-	Rencana Pola Ruang RTRW Kabupaten Tapanuli Tengah (2013-2033)	-	Peta Rencana Pola Ruang RTRW Kabupaten Tapanuli Tengah (2013-2033)	Peta Lokasi Terbaik Menghindari Banjir
	-	Kondisi Daerah Resapan	-	Peta Kondisi Daerah Resapan	
	-	Kawasan Rawan Bencana Banjir	-	Kawasan Rawan Bencana Banjir	

Sumber : Hasil analisis, 2023

Tabel 3. Matriks Hasil dari Tujuan Penelitian

	Tujuan	Hasil Penelitian		
		Kriteria	Luas (Ha)	%
1.	Mengetahui Kondisi Daerah Resapan	Resapan Tidak Kritis	4.306,61	95,29
		Resapan Kritis	212,75	4,71
2.	Mengetahui tingkat kesesuaian fungsi kawasan eksisting terhadap RTRW Kabupaten	Hutan Lindung	2.957,51	99,90
		Hutan Produksi Konversi	736,17	91,34
		Kawasan Perikanan	285,81	99,99
		Pemukiman	409,10	100,00
		Sempadan Sungai	39,77	70,04
3.	Mengetahui lokasi fungsi kawasan terbaik dalam kaitannya menghindari daerah rawan banjir di Kecamatan Sarudik	Pemukiman	242,07	59,15

Sumber : Hasil analisis, 2023

Analisis Kemiringan Lereng

Untuk analisis kelas kemiringan lereng dibutuhkan data Digital Elevation Model (DEM) bersumber dari DEMNAS yang diolah menggunakan tools spasial analysis pada software ArcGIS 10.3

Tabel 4. Sebaran dan Skor Infiltrasi Peta Kemiringan Lereng

No.	Lereng (%)	Deskripsi	Skor	Luas (Ha)	%
1.	< 8	Datar	5	561,91	12,43



2.	8 – 15	Landai	4	527,00	11,66
3.	15 – 25	Bergelombang	3	1.158,33	25,63
4.	25 – 40	Curam	2	1.724,43	38,16
5.	> 40	Sangat Curam	1	547,69	12,12
		Total		4.519,36	100,00

Sumber : Peraturan Menteri LHK No. 10, 2022, dan hasil analisis, 2023

Dari tabel 4 diketahui kemiringan lereng pada Kecamatan Sarudik cenderung curam dan bergelombang dengan persentase 38,16 % dan 25,63 %. Hal ini menggambarkan bahwa Kecamatan Sarudik diperkirakan akan mempunyai skor Potensi Infiltrasi Alami bernilai sedang yang menunjukkan kurangnya air yang dapat terinfiltrasi.

Analisis Jenis Tanah

Untuk analisis jenis tanah dilakukan dengan cara melakukan atributisasi file SHP jenis tanah yang diperoleh dari Sistem Lahan Badan Informasi Geospasial sehingga diperoleh peta jenis tanah pada kecamatan sarudik

Tabel 5. Sebaran dan Skor Infiltrasi Peta Jenis Tanah

No.	Jenis Tanah	Tingkat Infiltrasi	Skor	Luas (Ha)	%
1.	Alluvial	Agak Besar	4	396,03	8,76
2.	Latosol	Sedang	3	3.694,50	81,75
3.	Podsolik Merah Kuning	Sedang	3	428,83	9,49
	Total			4.519,36	100,00

Sumber : Peraturan Menteri LHK No. 10, 2022, dan hasil analisis, 2023

Dari tabel 5 diketahui jenis tanah pada Kecamatan Sarudik cenderung mempunyai tingkat infiltrasi yang sedang dengan persentase 81,75 %. Hal ini menggambarkan bahwa Kecamatan Sarudik diperkirakan akan mempunyai skor Potensi Infiltrasi Alami bernilai sedang yang menunjukkan kurangnya air yang dapat terinfiltrasi.

Analisis Curah Hujan

Data curah hujan diperoleh dari stasiun hujan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Sesuai dengan lokasi Kecamatan Sarudik, maka digunakan data dari stasiun meteorologi terdekat, yaitu Stasiun Meteorologi Pinang Sori, PahaeJae, dan Sipoholon. Data curah hujan yang dipergunakan adalah data curah hujan selama 15 tahun yaitu tahun 2007 – 2021

Tabel 6. Curah Hujan Tahunan pada Stasiun Meteorologi

No.	Jenis Tanah	X (Bujur)	Y (Lintang)	Durasi	Curah Hujan Tahunan (mm)
1.	Sta. Met. Pinang Sori	98,90	1,55	2007-2021	4.462
2.	Sta. Met. PahaeJae	99,13	1,76	2007-2021	3.692
3.	Sta. Met. Sipoholon	98,99	2,26	2007-2021	2.235

Sumber : Sta. Met. BMKG dan hasil analisis, 2023

Untuk analisis curah hujan dilakukan dengan menggunakan metode isohyet pada aplikasi ArcGIS yang merupakan metode pembuatan garis penghubung yang mempertemukan titik kedalaman hujan yang sama melalui penggunaan tools pada aplikasi ArcGIS yaitu fungsi *Inverse Distance Weight (IDW)*

Analisis Potensi Air Tanah

Untuk analisis potensi air tanah dilakukan dengan cara melakukan atributisasi file SHP potensi air tanah yang diperoleh dari Dinas PUPR Provinsi Sumatera Utara, sehingga diperoleh peta potensi air tanah pada Kecamatan Sarudik.

Tabel 7. Sebaran dan Skor Infiltrasi Peta Potensi Air Tanah

No.	Potensi Air Tanah	Infiltrasi	Skor	Luas (Ha)	%
1.	Sedang di Akuifer	Agak Besar	3	3.988,24	88,25
2.	Rendah di Akuifer	Sedang	2	531,12	11,75
	Total			4.519,36	100,00

Sumber : Peraturan Menteri LHK No. 10, 2022, dan hasil analisis, 2023

Hasil Analisis Spasial Potensi Infiltrasi Alami

Analisis spasial potensi infiltrasi alami dilakukan menggunakan ArcGIS 10.3 dengan cara melakukan tumpang tindih (overlay) antara peta kemiringan lereng, peta curah hujan, peta jenis tanah, dan peta potensi air tanah. Hasil overlay tersebut menghasilkan peta potensi infiltrasi alami

Tabel 8. Sebaran dan Skor Peta Potensi Infiltrasi Alami

No.	Jumlah Skor	Kelas Potensi Infiltrasi Alami	Notasi	Luas (Ha)	%
1.	14 – 17	Besar	b	441,87	9,78
2.	10 – 13	Sedang	c	4.077,49	90,22
	Total			4.519,36	100,00

Sumber : Peraturan Menteri LHK No. 10, 2022, dan hasil analisis, 2023

Dapat dilihat bahwa kondisi potensi infiltrasi alami Kecamatan Sarudik cenderung berada di kelas sedang dengan luas 4.077,49 Ha atau sebesar 90,22 % dari total luas Kecamatan Sarudik.

Analisis Spasial Nilai Infiltrasi Aktual

Nilai Infiltrasi aktual diperoleh dengan melakukan pemberian kelas penutupan lahan pada wilayah Kecamatan Sarudik. Pembuatan dan pengolahan peta atau data spasial penutupan lahan kawasan daerah aliran sungai pada Kecamatan Sarudik dilakukan dengan cara melakukan fotometri menggunakan drone, dan penambalan area yang tidak dapat dijangkau menggunakan peta citra satelit SAS Planet. Hasil foto drone tersebut diolah menggunakan perangkat lunak AgisoftMetashape Professional untuk digabung menjadi citra fotometri secara utuh. Hasil citra fotometri tersebut kemudian di tumpang tindih (overlay) ke atas citra satelit SAS Planet menggunakan ArcGIS sehingga didapatkan citra satelit Kecamatan Sarudik berbentuk raster secara utuh.

Peta raster Kecamatan Sarudik kemudian di digitasi menggunakan ArcGIS untuk mendapatkan SHP penggunaan lahan aktual. Digitasi dilakukan sesuai kelompok kelas penutupan lahan yang akan menghasilkan peta nilai infiltrasi aktual.

Tabel 9. Sebaran dan Skor Peta Nilai Infiltrasi Aktual

No.	Kelompok Kelas Penutupan Lahan	Kelas Infiltrasi Aktual		Luas (Ha)	%
		Deskripsi	Notasi		
1.	Hutan Lahan Kering Primer	Besar	A	3.555,84	78,68
2.	Semak Belukar	Sedang	C	647,82	14,33
3.	Pertanian Lahan Kering Campur	Agak Kecil	D	6,96	0,15
4.	Belukar Rawa	Kecil	E	1,35	0,03



5.	Jalan	Kecil	E	16,72	0,37
6.	Pekuburan	Kecil	E	1,94	0,04
7.	Pemukiman	Kecil	E	90,90	2,01
8.	Sawah	Kecil	E	30,80	0,68
9.	Sungai	Kecil	E	97,78	2,16
10.	Tanah Terbuka	Kecil	E	68,02	1,51
11.	Tubuh Air	Kecil	E	1,24	0,03
	Total			4.519,36	100,00

Sumber : Peraturan Menteri LHK No. 10, 2022, dan hasil analisis, 2023

Tabel 9 memberikan informasi bahwa besarnya tingkat infiltrasi aktual pada Kecamatan Sarudik didominasi oleh Kawasan Lindung yaitu Hutan Lahan Kering Primer dan Semak Belukardengan luas 4.203,66 Ha atau sebesar 93,01 % dari keseluruhan luas Kecamatan Sarudik. Hal ini menunjukkan bahwa tutupan lahan pada Kecamatan Sarudik merupakan kawasan tidak terbangun. Sedangkan kawasan budi daya hanya seluas 315,70 Ha atau sebesar 6,83 % dari keseluruhan luas Kecamatan Sarudik. Sehingga dapat diketahui bahwa kecenderungan Nilai Infiltrasi Aktual Kecamatan Sarudik adalah besar yang berarti Kecamatan Sarudik tersebut dapat diinfiltrasi air dengan sangat baik.

Analisis Spasial Kondisi Daerah Resapan

Analisis kondisi daerah resapan dilakukan dengan melakukan tumpang tindih (overlay) antara peta potensi infiltrasi alami dan peta nilai infiltrasi aktual dengan bantuan ArcGIS. Hal ini dilakukan dengan menggunakan fitur geoprocessing yaitu intersect. Sehingga didapatkan persinggungan antara kedua peta tersebut, dan mendapatkan peta non analisis yang siap untuk diolah ke tahap berikutnya. Tahap berikutnya merupakan proses analisa spasial, yaitu melakukan atributisasi dan memberikan notasi kepada masing-masing kawasan yang bersinggungan pada peta non analisis. Dari pemberian notasi tersebut, selanjutnya dilanjutkan dengan pemberian kategori yang akhirnya akan mendapatkan kondisi dan luas daerah resapan

Tabel 10. Sebaran dan Skor Peta Kondisi Daerah Resapan

Kelas	Kelas Kekritisian Lahan	Ket.	Kode	Luas (Ha)	Kategori / Kondisi	Luas (Ha)	%
I	Baik	bA	Rb	157,70	Rt (Resapan Tidak Kritis)	4.306,61	95,29
	Baik	cA		3.499,69			
II	Normal Alami	cC	Rn	475,71			
III	Mulai Kritis	bC	Ra	171,83			
	Mulai Kritis	cD		1,68			
IV	Agak Kritis	bD	Rmk	5,27	Rk (Resapan Kritis)	212,75	4,71
	Agak Kritis	cE		99,46			
V	Kritis	bE	Rkr	108,02			
	Total			4.519,36		4.519,36	100,00

Sumber : Peraturan Menteri LHK No. 10, 2022, dan hasil analisis, 2023

Dari hasil analisis spasial dapat dilihat bahwa, Kecamatan Sarudik mempunyai 2 kategori kondisi daerah resapan yaitu kondisi daerah resapan tidak kritis dengan luas 4.306,61 Ha (95,29%), dan kondisi daerah resapan kritis dengan luas 212,75 Ha (4,71%). Kondisi daerah resapan tersebut dipengaruhi oleh karakteristik daerah Kecamatan Sarudik.



Karakteristik yang mempengaruhi kondisi tersebut antara lain kemiringan lereng yang cenderung curam (38,16%) dan bergelombang (25,63%), tanah yang dominan berjenis latosol (81,75%), curah hujan tahunan yang tergolong sedang (100%), dan potensi air tanah dengan kemampuan infiltrasi agak besar (88,25%). Selain keempat hal tersebut, kondisi daerah resapan Kecamatan Sarudik juga dipengaruhi oleh penutupan lahan yang secara mayoritas merupakan hutan lahan kering primer (78,68%)

Analisis Spasial Tingkat Kesesuaian Fungsi Kawasan dengan Rencana Pola Ruang RTRW

Analisis spasial tingkat kesesuaian fungsi kawasan dengan Rencana Pola Ruang RTRW Kabupaten Tapanuli Tengah 2013 - 2033 dilakukan dengan melakukan tumpang tindih (overlay) antara peta nilai infiltrasi aktual dan peta rencana pola ruang RTRW Kabupaten Tapanuli Tengah 2013 – 2033 dengan bantuan ArcGIS. Hal ini dilakukan dengan menggunakan fitur geoprocessing yaitu intersect. Sehingga didapatkan persinggungan antara kedua peta tersebut, dan mendapatkan peta non analisis yang siap untuk diolah ke tahap berikutnya. Tahap berikutnya merupakan proses analisa spasial, yaitu melakukan atributisasi dan memberikan notasi kepada masing-masing kawasan yang bersinggungan pada peta non analisis. Dari pemberian notasi tersebut didapatkan sebaran kesesuaian penutupan lahan pada masing - masing kawasan,

Analisis Spasial Tingkat Kesesuaian Kondisi Daerah Resapan dengan Rencana Pola Ruang RTRW

Penggunaan analisis spasial sebagai pencari lokasi terbaik, dalam hal ini untuk mengetahui lokasi fungsi kawasan terbaik dalam kaitannya menghindari daerah rawan banjir di Kecamatan Sarudik, dilakukan dengan cara mengidentifikasi posisi lokasi yang kurang baik dan menghindarinya. Selain menggunakan teknik overlay, pengamatan secara visual juga diperlukan untuk mendapatkan hasil terbaik. Sebagai acuan daerah yang kurang baik, maka diperlukan analisis spasial kesesuaian kondisi daerah resapan dengan rencana pola ruang RTRW. Analisis tingkat kesesuaian kondisi daerah resapan dengan rencana pola ruang RTRW Kabupaten Tapanuli Tengah 2013-2033 dilakukan dengan melakukan tumpang tindih (overlay) antara peta kondisi daerah resapan dan peta rencana pola ruang RTRW Kabupaten Tapanuli Tengah 2013-2033 dengan bantuan ArcGIS. Hal ini dilakukan dengan menggunakan fitur geoprocessing yaitu intersect. Sehingga didapatkan persinggungan antara kedua peta tersebut, dan mendapatkan peta non analisis yang siap untuk diolah ke tahap berikutnya. Tahap berikutnya merupakan proses analisa spasial, yaitu melakukan atributisasi dan memberikan notasi kepada masing-masing kawasan yang bersinggungan pada peta non analisis. Selain peta kesesuaian kondisi daerah resapan dengan rencana pola ruang RTRW, diperlukan juga peta kerawanan banjir pada Kecamatan Sarudik yang diperoleh dari UPT PI Sibudong Batangtoru. Peta ini diperlukan untuk difungsikan sebagai penentu lokasi untuk dihindari.

Dari hasil overlay peta kesesuaian kondisi daerah resapan dengan rencana pola ruang RTRW dan peta kerawanan banjir pada Kecamatan Sarudik, diperoleh peta lokasi terbaik menghindari banjir. Pada peta tersebut dapat dilihat bahwa kawasan yang berpotongan yang tercipta dari proses analisis spasial menggunakan teknik overlay, merupakan kawasan rencana pola ruang untuk peruntukan pemukiman yang terhindar dari bahaya banjir berdasarkan peta kerawanan banjir pada Kecamatan Sarudik. Kawasan semak belukar mempunyai notasi C



(sedang) pada kelas infiltrasi aktual yang dapat berubah menjadi notasi E (kecil) apabila dilakukan pembangunan / penutupan lahan pada areal tersebut. Keadaan ini akan memperburuk kemampuan kawasan pemukiman tersebut untuk diinfiltrasi oleh air secara signifikan. Pada areal yang sering terjadi banjir, sebaiknya penggunaan lahan didominasi oleh badan air. Sebagai rekomendasi untuk mencegah hal tersebut, maka normalisasi penggunaan lahan mengikuti litologinya sebaiknya dilakukan. (Aziza et al., 2021). Curah hujan yang tinggi, berada dikelas Sedang secara menyeluruh, juga turut memperburuk kondisi daerah resapan. Untuk curah hujan yang tinggi tersebut, maka sebaiknya diciptakan catchment area, juga saluran drainase permanen, khususnya di sekitar badan air dan juga pemukiman. Sehingga apabila hujan turun dengan intensitas tinggi, air tidak over topping dari elevasi bantaran sungai, (Aziza et al., 2021)

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian Analisis Spasial Kesesuaian Fungsi Kawasan Daerah Aliran Sungai Bangop Dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (Studi Kasus : Kecamatan Sarudik), dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kecamatan Sarudik memiliki kondisi daerah resapan yang terbagi menjadi 2 kategori Kondisi Daerah Resapan yaitu Kondisi daerah Resapan Tidak Kritis dengan luas 4.306,61 Ha (95,29%), dan Kondisi daerah Resapan Kritis dengan luas 212,75 Ha (4,71%). Karakteristik yang mempengaruhi kondisi daerah resapan tersebut antara lain kemiringan lereng yang cenderung curam (38,16%) dan bergelombang (25,63%), tanah yang dominan berjenis latosol (81,75%), curah hujan tahunan yang tergolong sedang (100%), dan potensi air tanah dengan kemampuan infiltrasi agak besar (88,25%). Selain keempat hal tersebut, kondisi daerah resapan Kecamatan Sarudik juga dipengaruhi oleh penutupan lahan yang secara mayoritas merupakan hutan lahan kering primer (78,68%).
2. Tingkat kesesuaian fungsi kawasan eksisting Daerah Aliran Sungai Bangop di Kecamatan Sarudik dengan rencana pola ruang RTRW Kabupaten Tapanuli Tengah (2013-2033) adalah Hutan Lindung (99,90%), Hutan Produksi Konversi (91,34%), Kawasan Perikanan (99,99%), Pemukiman (99,99%), dan Sempadan Sungai (70,04%). Terdapat ketidaksesuaian antara fungsi kawasan dengan rencana pola ruang RTRW, antara lain kawasan pemukiman terhadap kawasan hutan produksi konversi dan sempadan sungai sebesar 23,59 Ha (25,96%), kawasan sawah dengan kawasan hutan produksi konversi sebesar 11,48 Ha (37,26%), dan kawasan tanah terbuka dengan kawasan hutan produksi konversi dan sempadan sungai sebesar 46,56 Ha (68,48%).
3. Lokasi terbaik untuk menghindari dampak banjir terdapat pada sisa kawasan pemukiman seluas 242,07 Ha yang sudah di plot pada posisi diluar daerah kerawanan banjir

Saran

Berdasarkan kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian ini, peneliti menyarankan beberapa saran, antara lain:

1. Penertiban kawasan sempadan sungai menjadi hal yang paling krusial dalam penanganan masalah banjir di Kecamatan Sarudik. Hal ini dilakukan untuk meminimalisir dampak negatif dari banjir yang tidak hanya merugikan pelakunya, tetapi juga masyarakat sekitar. Akan tetapi penertiban dimaksud tidak hanya kepada pengguna lahan, akan tetapi juga



- kepada para pemberi ijin agar tidak memberikan ijin kepemilikan dan pembangunan pada kawasan sempadan sungai.
2. Pemerintah harus memperhatikan arahan pemanfaatan ruang dan pengendalian ruang dengan memperhatikan potensi daerah resapan.
 3. Pemerintah harus mencegah pembangunan permukiman dan aktivitas lain yang dapat mengganggu fungsi sempadan sungai, dan mengawasi sempadan sungai melalui penegakan hukum yang tegas,
 4. Pemerintah harus melakukan penetapan dan pemetaan daerah rawan banjir, serta melakukan pembangunan tanggul/bangunan pengendali banjir pada daerah tersebut.
 5. Untuk pemukiman yang terbangun di sempadan sungai, Pemerintah dapat melakukan pembebasan lahan tersebut dan merelokasi permukiman tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Fauzi, R. (2022). Analisis tingkat kerawanan banjir Kota Bogor menggunakan metode overlay dan scoring berbasis sistem informasi geografis. *Geo Media: Majalah Ilmiah Dan Informasi Kegeografian*, 20(2), 96–107.
- Aziza, S. N., Somantri, L., & Setiawan, I. (2021). Analisis Pemetaan Tingkat Rawan Banjir di Kecamatan Bontang Barat Kota Bontang Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Pendidikan Geografi Undiksha*, 9(2), 109–120.
- Didit Maulana, F. (2022). Analisis Tingkat Kerentanan Banjir di Kecamatan Sambelia Berbasis SIG. *Universitas Muhammadiyah Mataram*.
- Fadli, I. (2021). Evaluasi Kesesuaian Lahan Di Sub Das Pinang Lelah, Das Indragiri. *Universitas Islam Riau*.
- Insyah, M. E. (2022). Kajian Perubahan Tata Guna Lahan terhadap Genangan Air di antara Sub DAS Sungai Selayang dan Sungai Putih Kota Medan.
- Nainggolan, P., Purba, E., & Marbun, J. A. (2021). Pengaruh Peningkatan Infrastruktur Jalan Terhadap Pendapatan Regional Di Kabupaten Batu Bara. *Jurnal Regional Planning*, 3(2), 86-96
- Nizar, A., Siregar, R. T., Damanik, S. E., & Purba, E. (2019). Pengaruh Ketersediaan Prasarana Dan Sarana Utilitas Umum (PSU) Terhadap Harga Jual Perumahan Dalam Pengembangan Wilayah Kota Pematangsiantar. *Jurnal Regional Planning*, 1(2), 108-121
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 37 tentang Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, 2012
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 13 tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah No. 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional, 2017
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Nomor 10 tentang Penyusunan Rencana Umum Rehabilitasi Hutan dan Lahan Daerah Aliran Sungai dan Rencana Tahunan Rehabilitasi Hutan Dan Lahan, 2022
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Nomor 28 tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau, 2015
- Sitorus, S. R. P. (2010). Land capability classification for land evaluation: A review. *Jurnal Of Agriculture Land Resource*.



- Sihombing, E. I., Siregar, R. T., Silalahi, M., & Modifa, I. (2022). Kajian Revitalisasi Kawasan Pematang Kota Pematangsiantar. *Jurnal Regional Planning*, 4(1), 51-64
- Sianipar, R. M., Siregar, R. T., Manullang, M., & Damanik, S. E. (2020). Kebijakan Penataan Ruang Pedagang Kaki Lima Eks Pasar Aksara Di Kota Medan. *Jurnal Regional Planning*, 2(2), 103-116
- Simorangkir, J. W., Haloho, A. N., Purba, J., & Ginting, M. (2022). Pengaruh Pemberdayaan Pedagang Kaki Lima Dan Kinerja Perusahaan Daerah Terhadap Pengembangan Pasar Agribisnis Di Pasar Horas Kota Pematangsiantar. *Jurnal Regional Planning*, 4(2), 79-95
- Sihombing, A., Sipayung, T., Damanik, S. E., & Nainggolan, P. (2023). Pengaruh Pembangunan Infrastruktur Jalan, Pertanian Dan Kesehatan Terhadap Pendapatan Asli Daerah (Pad) Di Kabupaten Simalungun. *Jurnal Regional Planning*, 5(2), 79-89
- Tampubolon, K. (2018). Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) sebagai Penentuan Kawasan Rawan Banjir di Kota Medan. *Jurnal Pembangunan Perkotaan*, 6(2), 63–68.
- Tarigan, M., Saragih, J. R., Subarna, D., & Situmeang, R. (2023). Pengaruh Kebijakan Pembangunan Perumahan Pemukiman Dan Partisipasi Masyarakat Terhadap Pengembangan Wilayah Di Kota Pematangsiantar. *Jurnal Regional Planning*, 5(2), 101-112
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 11 tentang Cipta Kerja, 2020
- Wahyudi, A. (2019). Evaluasi Kesesuaian Lahan Dan Arah-an Pengendalian Pemanfaatan Ruang Di Kecamatan Mandau. *Jurnal Pembangunan Wilayah & Kota*, 15(3). <https://doi.org/10.14710/pwk.v15i3.21681>
- Zevri, A. (2019). Studi pemetaan daerah genangan banjir das sei kambing dengan sistem informasi geografis. *Teras Jurnal*, 9(2), 165–178.