AL-DYAS
Jurnal Inovasi dan Pengabdian kepada Masyarakat

p-ISSN : 2964-4992
e-ISSN : 2964-4984

Terindeks : Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Semantic, Garuda, Google, Base, etc.

https://doi.org/10.58578/aldyas.v4i2.5006

PEMETAAN DAERAH RAWAN BANJIR DI KABUPATEN PADANG PARIAMAN MENGGUNAKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS

Flood-Prone Area Mapping in Padang Pariaman Regency Using Geographic Information System (GIS)

Alfi Syukri & Ratna Wilis
Universitas Negeri Padang
alfisyukrii12des@gmail.com

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Jan 20, 2025	Feb 3, 2025	Feb 15, 2025	Feb 20, 2025

Abstract

This research aims to find out: (1) Mapping of flood-prone areas by utilizing geographic information systems. (2) The effect of land use on the surface flow coefficient in Padang Pariaman Regency. This research is descriptive with a quantitative approach. By using data analysis techniques overlap or overlay. The results of this study indicate that (1) the mapping of flood-prone areas in Padang Pariaman Regency shows a classification with 3 classes of flood vulnerability "Very Prone 608.84 (45%) km², covering the Districts of Batang Anai, Batang Gasan, Nan Sabaris, Ulakan Tapakis, and Sungai Limau. Moderately Prone 533.73 (40%) km², covering the sub-districts of Enam Lingkuang, Lubuk Alung, Sintuk Toboh Gadang, 2x11 Enam Lingkuang, Kampuang Dalam, and Sungai Sariak. and Not Prone 207.20 (15%) km²", covering the sub-districts of 2x11 Kayu Tanam, IV Koto Aur Malintang, Lubuk Alung, Padang Sago, Patamuan, Sungai Garinggiang. (2) Factors that cause flooding through land use using the flow coefficient that land use affects flooding, especially local flooding caused by the amount of surface

Al-DYAS is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

runoff discharge in Padang Pariaman Regency is greatest in December and March at 48,515 and 48,088 M³/second, while the lowest occurs in June at 16,153 M³/second.

Keywords: Mapping, Flood Prone, Geographic Information System, Runoff Coefficient

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui: (1) Pemetaan daerah rawan banjir dengan memanfaatkan sistem informasi geografis. (2) Pengaruh Penggunaan lahan terhadap koefisien aliran permukaan di Kabupaten Padang Pariaman. Penelitian ini adalah deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Dengan menggunakan teknik analisi data tumpeng tindih atau overlay. Hasil penelitian ini menunjukan bahwa (1) pemetaan daerah rawan banjir di Kabupaten Padang Pariaman menunjukan klasifikasi dengan 3 kelas kerawana banjir "Sangat Rawan 608,84 (45%) km², meliputi Kecamatan Batang Anai, Batang Gasan, Nan Sabaris, Ulakan Tapakis, dan Sungai Limau. Cukup Rawan 533,73 (40%) km², meliputi Kecamatan Enam Lingkuang, Lubuk Alung, Sintuk Toboh Gadang, 2x11 Enam Lingkuang, Kampuang Dalam, dan Sungai Sariak. dan Tidak Rawan 207,20 (15%) km²", meliputi Kecamatan 2x11 Kayu Tanam, IV Koto Aur Malintang, Lubuk Alung, Padang Sago, Patamuan, Sungai Garinggiang. (2) Faktor yang menyebabkan banjir melalui penggunaan lahan menggukan koefisien aliran bahwa penggunaan lahan mempengaruhi terjadinya banjir, terutama banjir lokal yang disebabkan besarnya debit limpasan permukaan di Kabupaten Padang Pariaman paling besar terjadi pada bulan Desember dan Maret sebesar 48.515 dan 48.088 M³/detik, sedangkan paling rendah terjadi pada bulan Juni sebesar 16.153 M³/detik.

Kata Kunci: Pemetaan, Rawan Banjir, Sistem Infomasi Geografis, Koefesian Limpasan

PENDAHULUAN

Indonesia berlokasi di wilayah rawan terhadap bencana hidrometeorologi yaitu banjir, kekeringan, pasang surut, gelombang besar dan sebagainya. Kondisi morfologi Indonesia yaitu relief bentang alam yang sangat bervariasi dan banyaknya sungai yang mengalir di antaranya menyebabkan selalu terjadi banjir di Indonesia pada setiap musim penghujan. Banjir umumnya terjadi di wilayah Indonesia bagian barat yang menerima curah hujan lebih banyak dibandingkan dengan wilayah Indonesia bagian Timur. Faktor kondisi alam tersebut diperparah oleh meningkatnya jumlah penduduk yang menjadi faktor pemicu terjadinya banjir secara tidak langsung. Kecendrungan miningkatnya bencana banjir di Indonesia tidak hanya luasnya saja melainkan kerugian juga ikut bertambah (Wicaksono, 2015).

Bencana adalah serangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam dan faktor non-alam

maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis (BNPB, 2013).

Banjir adalah kejadian alam yang normal terjadi di sebuah area yang banyak dialiri oleh aliran kali. Secara sederhana banjir dapat didefinisikan sebagai masuknya air di sebuah area luas sehingga menutupi permukaan bumi area itu. sebaliknya sistem drainase secara umum dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari sebuah area atau lahan, akibatnya lahan dapat difungsikan secara optimal, jadi sistem drainase merupakan rekayasa infrastruktur di suatu kawasan buat menangani terdapatnya genangan banjir (Lukman, 2018).

Secara umum ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya banjir. faktor-faktor tersebut adalah kondisi alam (letak geografis wilayah, kondisi toporafi, geometri sungai dan sedimentasi), peristiwa alam (curah hujan dan lamanya hujan, pasang, arus balik dari sungai utama, penurunan muka, pembendungan aliran sungai akibat longsor, sedimentasi dan aliran lahar dingin), dan aktifitas manusia (pembudidayaan daerah dataran banjir, peruntukan tata ruang di dataran banjir yang tidak sesuai, belum adanya pola pengelolaan dan pengembangan dataran banjir, permukiman di bantaran sungai, sistem drainase yang tidak memadai, terbatasnya tindakan mitigasi banjir, kurangnya kesadaran masyarakat di sepanjang alur sungai, penggundulan hutan di daerah hulu, terbatasnya upaya pemeliharaan bangunan pengendali banjir).

Para pakar hidrologi mulai menyelidiki faktor-faktor yang menyebabkan banjir. Banjir sering terjadi karena banyaknya air yang meluap di suatu tempat karena hujan besar, sistem drainase yang buruk, peluapan air sungai, atau pecahnya bendungan sungai. Salah satu faktor penyebab banjir adalah meluapnya air yang disebebkan sistem drainase yang buruk dalam menampung air hujan. Salah satu faktor penyebab banjir adalah meluapnya air yang disebebkan sistem drainase yang buruk dalam menampung air hujan. Ketidakmampuan drainase untuk menampung air hujan juga sering terjadi di kota-kota besar.

Kabupaten Padang Pariaman adalah salah satu daerah di wilayah provinsi Sumatera Barat yang wilayahnya hampir setiap tahunnya mengalami bencana banjir, walaupun dampaknya tidak separah wilayah – wilayah atau kota besar seperti di kota Padang, DKI Jakarta, Bandung dan lain sebagainnya. Daerah rawan banjir tersebut antara lain ada di lokasi Kecamatan IV Koto Aur Malintang, Batang Gasan, Sungai Geringging, V Koto Kp Dalam, V Koto Timur Patamuan, 2x11 Enam Lingkung dan Kec. 2x11 Kayu Tanam, yang sebagian

besar terdapat di pesisir barat. Secara geomorfologi daerah tersebut memiliki topografi datar dan landai dengan bentuk lahan dominan asal fluvial dan marine. Pemicu banjir yang terjadi, hujan dengan intesitas tinggi dengan waktu yang cukup lama dan daya dukung lingkungan seperti penutupan lahan dan bentuk lahan.

Banyak wilayah di Kabupaten Padang Priaman sering dilanda banjir. Menurut berita yang dimuat oleh Antara News (2017), banjir yang terjadi pada 21 Mei 2017 di jalan Korong Bungo Pasang, Nagari Ulakan, Kecamatan Ulakan Tapakis, yang menghubungkan Nagari Pauh Kambar, Kecamatan Nan Sabaris dengan Ulakan, terendam dengan kedalaman sekitar 30 cm. Menurut berita tersebut, banjir tersebut disebabkan oleh meluapnya Batang Ulakan di dekat lokasi. Karena hujan deras yang melanda Kota Padang dan Kabupaten Padang Pariaman sejak senin malam, Selasa 22 Maret 2016, terjadi banjir dengan tinggi air antara 0,5 m dan 2,5 m. Ini menyebabkan banjir di Kecamatan Ulakan Tapakis Kabupaten Padang Pariaman (Convesia News, 2016). Kamis 9 April 2009, tiga kecamatan Nan Sabaris, Ulakan Tapakis, dan VII Koto Sungai Sariak terendam banjir. Sungai Batang Mangor dan Batang Ulakan yang meluap melintasi tiga kecamatan tersebut. Banjir dapat mencapai ketinggian antara 2 dan 3 meter dan mengenangi sejumlah nagari di tiga kecamatan itu, termasuk Nagari Lareh. Kecamatan VII Koto, Nagari Nan Pnjang, Nagari Kurai Taji (Nan Sabaris), Nagari Ulakan Tapakis disebut (Detik News, 2009).

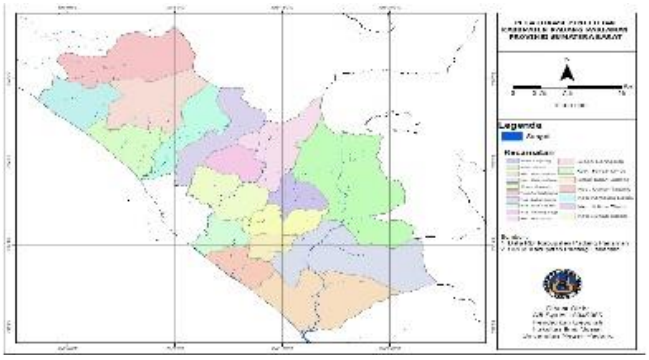
Beberapa faktor dapat memengaruhi banjir di Kabupaten Padang Pariaman, seperti curah hujan yang tinggi, jenis dan karakteristik wilayah, kondisi tangkapan air yang sudah mulai rusak, kualitas dan kuantitas drainase berkurang dan kurangnya manajemen wilayah konservasi Pemkab Padang Pariaman, tahun 2017.

Dengan adanya kejadian banjir di atas maka dibutuhkan penelitian yang di fokuskan pada skala lokal untuk melakukan studi pemetaan daerah rawan banjir yang ada di Kabupaten Padang Pariaman. Dalam upaya untuk mengantisipasi datangnya banjir, butuh terdapatnya kajian mengenai kerentanaan wilayah yang sering terkena banjir serta pula mengetahui berapa besarnya curah hujan yang terjadi diwilayah tersebut sehingga warga bisa lebih mempersiapkan diri untuk menghadapi fenomena banjir ini. pemetaan wilayah rawan tergenang banjir di Kabupaten Padang Pariaman butuh dilakukkan pemerintah supaya bisa mengambil kebijakan yang tepat dalam mengatasi banjir dan mengurangi kerugian yang di alami.

Untuk bisa melaksanakan pemetaan resiko rawan banjir, maka dalam penelitian ini diusulkan metode skoring serta pembobotan. Sehingga dengan metode tersebut nantinya bisa di temukan potensi banjir suatu wilayah dan berikutnya di aplikasikan pada sesuatu pemetaan dengan aplikasi GIS (Geographic Information System) Geographic Information System ataupun GIS merupakan sebuah aplikasi pengolahan informasi yang mempunyai referensi kebumian (Georeference) yang disebut pula informasi spasial. Ataupun dalam arti yang lebih sempit, merupakan sistem komputer yang mempunyai keahlian untuk membangun, menaruh, mengelola serta menunjukkan data berefrensi geografis (Basuki, 2019).

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk menyusun deskripsi mengenai tingkat kerawanan banjir di Kabupaten Padang Pariaman. Lokasi penelitian ditunjukkan pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Hasil akhir penelitian ini berupa peta daerah rawan banjir yang diolah menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG). Data yang digunakan dalam penelitian terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung di lapangan, sementara data sekunder dikumpulkan dari berbagai instansi seperti Badan Informasi Geospasial, BMKG Padang Pariaman, dan Badan Geologi Indonesia. Data yang dikumpulkan meliputi peta administrasi, peta jenis tanah, peta penggunaan lahan, peta curah hujan, serta peta kemiringan lereng.

Dalam pengolahan data, penelitian ini menggunakan metode overlay, yaitu teknik tumpang tindih peta untuk menganalisis berbagai parameter penyebab banjir. Parameter yang digunakan meliputi curah hujan, kemiringan lahan, jenis tanah, penggunaan lahan, dan buffer

sungai. Setiap parameter diberikan skor dan bobot berdasarkan tingkat pengaruhnya terhadap risiko banjir. Misalnya, curah hujan yang tinggi dan kemiringan lahan yang landai cenderung meningkatkan potensi banjir, sementara daerah dengan vegetasi lebat memiliki risiko lebih rendah. Setelah dilakukan overlay, nilai total dari setiap parameter dihitung untuk menentukan tingkat kerawanan banjir yang diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu sangat rawan, cukup rawan, dan tidak rawan.

Selain itu, penelitian ini juga menganalisis hubungan antara penggunaan lahan dan koefisien aliran permukaan (C) untuk memahami bagaimana perubahan tata guna lahan memengaruhi banjir. Daerah dengan bangunan padat dan permukaan kedap air cenderung memiliki koefisien aliran tinggi, yang berarti lebih banyak air hujan yang langsung menjadi limpasan permukaan. Debit aliran banjir dihitung menggunakan metode hidrograf empiris rasional dengan mempertimbangkan koefisien aliran, intensitas curah hujan, dan luas daerah drainase. Keseluruhan proses penelitian ini disusun dalam tahapan sistematis, dimulai dari identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis dengan overlay, penentuan tingkat kerawanan, hingga penyusunan peta rawan banjir dan penarikan kesimpulan. Dengan pendekatan ini, penelitian dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai daerah yang memiliki potensi banjir tinggi serta faktor-faktor yang memengaruhinya.

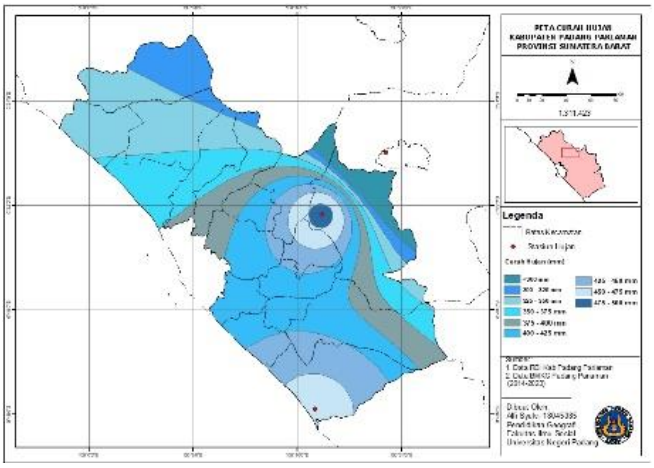
HASIL

1. Pemetaan Daerah Rawan Banjir

a. Hasil Klasifikasi Curah Hujan

Dalam hal ini, curah hujan adalah jumlah air yang jatuh dalam bentuk hujan pada suatu perieode waktu tertentu, biasanya diukur dalam millimeter. Curah hujan sering digunakan untuk menggambarkan intesitas curah hujan pada suatu dearah. Semakin tinggi curah hujan, maka semakin banyak air yang jatuh ke permukaan bumi di daerah tersebut.

Menurut Sujatmiko, (2004) Curah hujan ialah jumlah air hujan yang jatuh ke permukaan tanah dalam satuan luas dan waktu tertentu. Biasana diukur dengan alat yang disebut pluviometer.



Gambar 2. Hasil Klasifikasi Curah Hujan

Tabel 1. Nilai klasifikasi Curah Hujan

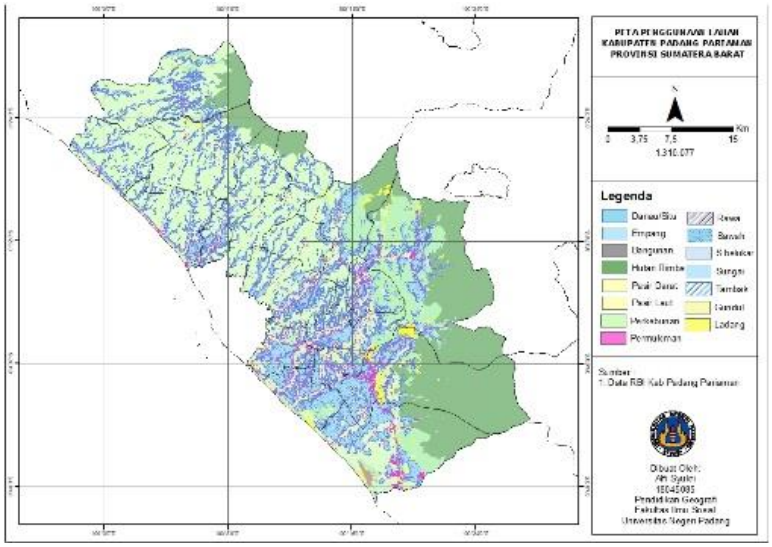
No	Rata-rata curah hujan (mm/tahun)	Bobot	Skor	Nilai
1	>300 mm	0,25	1	0,25
2	300 – 325 mm	0,25	10	2,5
3	325 – 350 mm	0,25	20	5
4	350 – 375 mm	0,25	30	7,5
5	375 – 400 mm	0,25	40	10
6	400 – 425 mm	0,25	50	12,5
7	425 – 450 mm	0,25	60	15
8	450 – 475 mm	0,25	70	17,5
9	475 – 500 mm	0,25	80	20

Klasifikasi curah hujan rata-rata tahuanan dari 3 (tiga) stasiun pengamatan pada Kabupaten Padang Pariaman berkategori tinggi dengan rata-rata curah hujan 500-475 mm/tahun meliputi daerah sebagian Kecamatan Kayu Tanam, Kecamatan Enam Lingkung, Kecamatan Nan Sabaris, Kecamatan Sintuk Toboh, Kecematan Lubuk Alung, Kecamtan Batang Anai. Selanjutnya rata-rata curah hujan 425-400 mm/tahun memiliki kategori sedang meliputi wilayah Kecamatan Padang Sago, Kec. Koto Timur, Kec. Kampuang Dalam, Kec. Sungai Limau. Sedangkan rata-rata curah hujan 375-350 mm/tahun kategori rendah meliputi wilayah Kec. Sungai Garingging, Kec. Batang Gasan, Kec Aur Malingtang.

b. Hasil Klasifikasi Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan merupakan salah satu faktor penyebab terjadinya banjir, dapat dipengaruhi oleh banyak hal, terutama oleh manusia yang memanfaatkan secara berlebihan, yang tentu saja dapat menyebabkan gejala fisik yang tidak diinginkan, dengan adanya perubahan penggunaan lahan dari kosong menjadi lahan terbangun untuk memenuhi kebutuhan penduduk tersebut, dapat menyebabkan daerah resapan air berkurang dan mengurangi daerah resapan air, yang dapat menyebabkan banjir.

Menurut Zhen et al, (2020) Penggunaan lahan dimaanfaakan untuk berbagai aktivitas seperti pertanian, perumhan, industri, dan ruang terbuka hijau dan dipengaruhi oleh faktor fisik, sosial dan ekonomi.



Gambar 3. Hasil klasifikasi penggunaan lahan

Pengelompokan lahan kedalam kelas – kelas atau tipe penggunaan lahan di Kabupaten Padang Pariaman dilakaukan bedasarkan peta penggunaan lahan.

Tabel 2. Tipe Penggunaan Lahan dan Luas

No	Penggunaan Lahan	Luas (ha)	Bobot	Skor	Nilai
1	Gedung/Bangunan	62	0,15	70	10,5
2	Hutan Rimba	31.151	0,15	10	1,5
3	Perkebunan/Kebun	58.849	0,15	30	4,5
4	Permukiman dan Tempat Kegiatan	3.466	0,15	70	10,5
5	Sawah	25.101	0,15	90	13,5

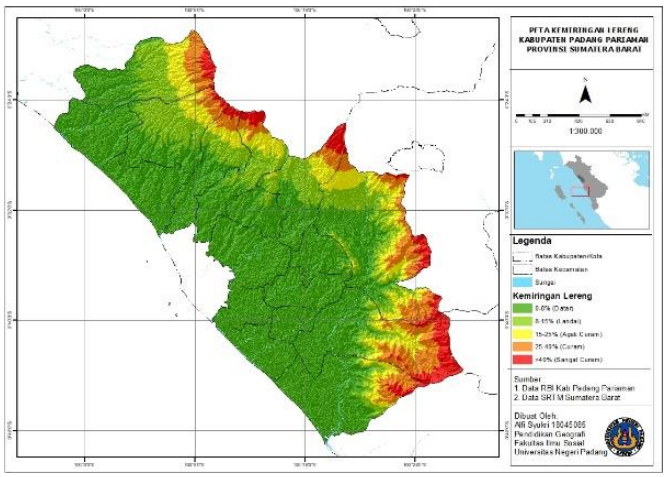
6	Semak Belukar	12.274	0,15	50	7,5
7	Sungai	1.011	0,15	90	13,5
8	Tambak	4	0,15	90	13,5
9	Tanah Kosong/Gundul	161	0,15	90	13,5
10	Tegalan/Ladang	1.965	0,15	70	10,5
Total		132.065			

Sumber: Hasil analisis penggunaan lahan

c. Hasil Klasifikasi Peta Kemiringan Lereng

Pengolahan peta kemiringan lereng ini data di dapat melalui pengolahan data SRTM, hasil pengolahan didapat seperti gambar (4.5) dibawah. Kemiringan lahan mempengaruhi kecepatan limpasan permukaan, drainase permukaan, penggunaan lahan, dan erosi.

Peta kemirirngan lereng dapat membantu identifikasi rawan erosi dan bencana, serta memeberikan masukan untuk penataan rungan yang lebih berkelanjutan (Iskandar et al, 2021).



Gambar 4. Peta Kemiringan Lereng

Tabel 3. Nilai Klasifikasi Kemeringan Lereng

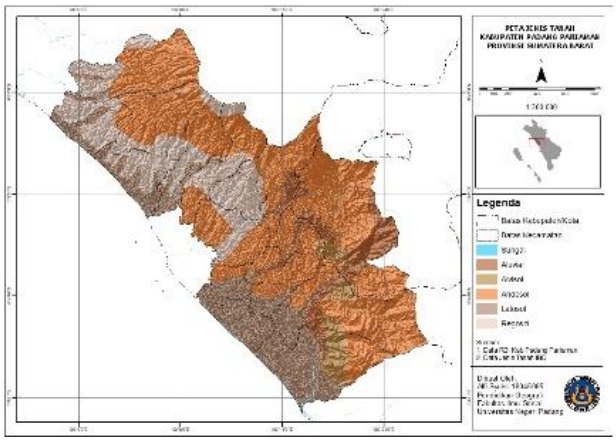
No	Kemiringan	Deskripsi	Bobot	Skor	Nilai
1	0 – 8	Datar	0.25	90	22.5
2	8 – 15	Landai	0.25	75	18.75
3	15 – 25	Agak Curam	0.25	40	10
4	25 – 45	Curam	0.25	20	5
5	> 45	Sangat Curam	0.25	10	2.5

Berdasarkan peta hasil klasifikasi kemiringan lereng (gambar4.4), dapat diketehui bahwa sebagian Kabupaten Padang Pariaman di dominasi daerah yang memiliki kemiringan lereng dalam kategori datar dengan persentase kemeringan 0-8% dan kemeringan lereng dalam kategori landai dengan persentase 8-15%. Hal ini menyebabkan potensi akan terjadinya banjir sangat tinggi karena pada wilayah ini cenderung datar yang bisa menjadikan daerah ini daerah tampungan air ketika terjadi hujan.

Sedangkan daerah yang memiliki wilayah agak curam hingga sangat curam berada di Kabupaten Padang Pariaman. Seperti terlihat pada gambar 4.4 pada daerah ini di dominasi daerah curam yang mempunyai persentase kemiringan 25-40% sehingga pada daerah ini sangat aman dari terjadinya banjir.

d. Hasil Klasifikasi Peta Jenis Tanah

Peta jenis tanah dapat mengkaji hubungan antara jenis tanah dan banjir, daerah yang mana di dominasi tanah liat mengalami genangan lebih parah di bandingkan dengan daerah yang memiliki tanah berpasir. Hal ini dapat menujukan pentingnya pemanfaatan peta jenis tanah dalam perencanaan tata ruang untuk meminimalkan dampak banjir (Nursyahbani dan Prabowo, 2021).



Gambar 5. Klasifikasi Peta Jenis Tanah

Tabel 4. Nilai Klasifikasi Jenis Tanah

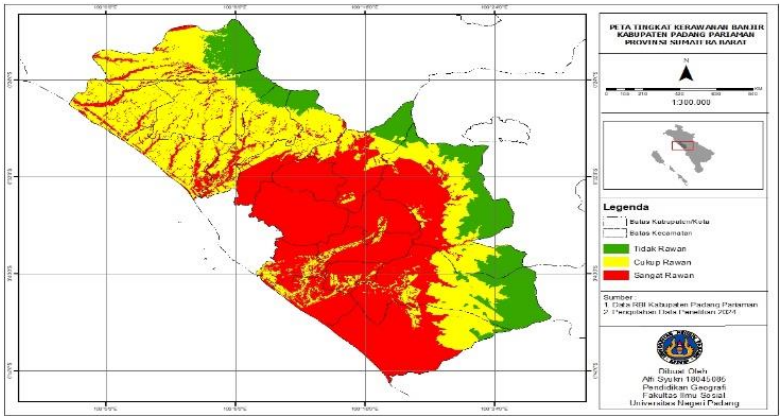
No	Jenis Tanah	Bobot	Skor	Nilai
1	Andosol	0.10	75	7.5
2	Latosol	0.10	30	3
3	Regosol	0.10	90	9
4	Aluvial	0.10	15	1.5
5	Alvisol	0.10	75	7.5
6	Andosol	0.10	75	7.5
7	Regosol	0.10	90	9

Berdasarkan peta jenis tanah pada (Gambar 4.5) dapat dilihat bahwa wilayah Kabupaten Padang Pariaman termasuk dalam kelas jenis tanah aluvial, alvisol, andosol, latasol dan regosol.

Tanah aluvial ialah tanah terbentuk karena endapan, tanah ini dapat dimanfaatkan sebagai lahan lahan pertanian karena kandungan unsur hara yang relative tinggi. Tanah latasol ialah umumnya liat, mempunyai infiltrasi yang cukup hingga lambat. Hal ini memungkinkan laju infiltrasi yang cukup karena tanah jenis ini memiliki rongga pori yang banyak dan cukup baik dalam menyerap air. Dengan demikian sedikit kemungkinan akan terbentuknya genangan air yang dapat menjadi salah satu penyebab terjadinya banjir. Tanah alvisol ialah tanah tanah dimana terdapat penimbunana liat di horizon bawah, liat yang tertimbun di horizon diatasnya dan tercuci kebawah bersama gerakan air perkolasi. Tanah andosol ialah tanah yang terbentuk dari endapan pelapukan vulkanis yang bercampur dengan logam dan humus. Tanah regosol ialah tanah yang berasal dari pelapukan dari material yang dikeluarkan gunung berapi.

e. Tingkat Kerawanan Banjir

Peta kelas kerawanan banjir yang telah dibuat, menampilkan informasi tentang sebaran kelas kerawanan banjir di Kabupaten Padang Pariaman. Peta rawan banjir secara fisik dan klimatoligi merupakan daerah yang memiliki kemungkinana terjadinya banjir. Peta rawan banjir diperoleh dari overlay (tumpang tindih) parameter-paramter rawan banjir. Semua parameter tersebut diklasifikasikan berdasarkan nilai skor kemudian diberikan bobot sesuai kontribusinya masing-masing dan kemudian diolah. Selanjutnya dapat dilihat pada peta , bahwa pada warna merah merupakan zona sangat rawan, kuning zona cukup rawan, dan hijau zona tidak rawan.



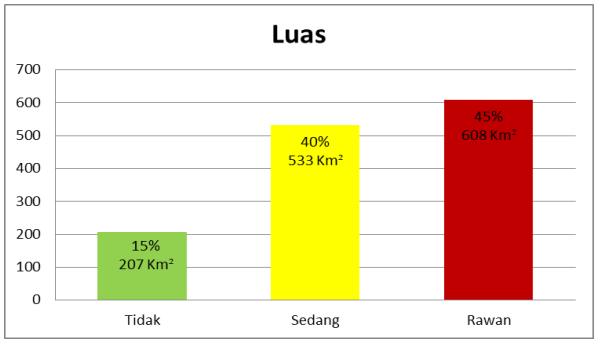
Gambar 6. Peta Kerawan Banjir

Tabel 5. Luas Daerah Banjir Kab. Padang Pariaman

No	Kawasan	Luas (Ha)
1	Sangat Rawan	60.884
2	Cukup Rawan	53.373
3	Tidak Rawan	20.720

Berdasarkan Peta pada Gambar 4.6 dapat diketahui Kabupaten Padang Pariaman memiliki daerah yang memiliki tingkat kerawan banjir yakni Kecamatan IV Koto Aur Malintang, Batang Gasan, Sungai Garingging, V Koto Kp Dalam, 2x11 Enam Lingkung, Kec. 2x11 Kayu Tanam, Kec. VII Koto Patamuan, Kec. Nan Sabaris, Kec. Sintuk Toboh Gadang, Kec. Ulakan Tapakis, dan Kec. Batang Anai. Wilayah ini meliputi sebagian besar daerah yang memiliki kemeringan lereng datar, dekat dengan aliran sungai, dan memiliki penggunaan lahan pemukiman yang padat.

Banjir hampir setiap tahun dan mengingat besarnya dampak dan jumlah korban yang ditimbulkan maka pemetaan daerah rawan banjir merupakan dasar untuk memberikan informasi tentang strategi mitigasi resiko banjir (Rakuasa, 2022). Untuk mengurangi dampak banjir area dengan punggunaan lahan yang padan dan jneis tanah liat memilki resiko banjir yang tinggi selama musim hujan, sehingga perlunya perencanaan tata ruang yang lebih baik (Sari et al, 2022). Dari data tingkat kerawan banjir diatas dipengaruhi oleh beberapa faktor kondisi yaitu kemirngan lereng, buffer sungai, jenis tanah, penggunaan lahan dan tentunya curah hujan. Untuk menganalisi seluruh faktor yang mempengaruhi bencana banjir diatas harus dianalisis secara terpadu dan tidak terpisah.



Gambar 7. Diagram Luas Cangkupan Banjir Kab. Padang Pariaman

Dari seluruh luas daerah Kabupaten Padang Parimana 608,84 (45%) km² wilayah yang memiliki tingkat kerawanan banjir sangat rawan meliputi Kecamatan Batang Anai, Batang

Gasan, Nan Sabaris, Ulakan Tapakis, dan Sungai Limau, parameter yang mempengaruhi berupa jenis tanah dominan latasol dan kemiringan lereng datar. 533,73 (40%) km², wilayah yang memiliki tingkat kerawanan cukup rawan meliputi Kecamatan Enam Lingkuang, Lubuk Alung, Sintuk Toboh Gadang, 2x11 Enam Lingkuang, Kampuang Dalam, dan Sungai Sariak, parameter yang memperngaruhi berupa jenis tanah regosol dan kemiringan lereng landai. Sedangkan 207,20 (15%) km², wilayah yang memilki tingkat kerawanan tidak rawan meliputi sebagian Kecamatan 2x11 Kayu Tanam, IV Koto Aur Malintang, Lubuk Alung, Padang Sago, Patamuan, Sungai Garinggiang. Parameter yang mempengaruhi jenis tanah andosol dan kemiringan lereng landai dan cukup curam. Untuk melihat wilayah kawasan banjir Kabupaten Padang Pariman dapat dilihat pada Gambar 4.6 diatas.

2. Faktor Penyebab Banjir

Faktor-faktor penyebab banjir di Kabupaten Padang Pariaman pada dasarnya sudah dapat di ketahui penyebabnya, seperti curah hujan, penutupan lahan, serta kemirngan lereng. Yang mana faktor-faktor tersebut sudah peneliti analisa diatas untuk itu dalam penelitian ini nantinya hanya membuktikan apakah benar penyebab banjir di Kabupaten Padang Pariaman ialah penggunaan lahan Kabupaten Padang Pariaman yang padat oleh bangunan. Tahap-tahap analisis sebaga berikut:

a. Penggunaan Lahan

Penggunaan Lahan Kabupaten Padang Pariamam sebagian besar berupa lahan terbangun. Lahan terbangun tersebut berupa pemukiman maupun fasilitas-fasilitas lainnya, seperti fasilitas jasa, perusahaan, dan industri. Sebaliknya keberadaan lahan belum terbangun berupa tanah kosong, tegalan, maupun persawahan.

Data penggunaan lahan diperoleh dari hasil analisis penggunaan lahan sebagai berikut:

Tabel 6. Penggunaan Lahan Kabupaten Padang Parimana

No	Jenis Penggunaan	Luas(Ha)
1	Pemukiman	3.466
2	Sawah	25.101
3	Tegelan/kebun	60.418
4	Gudung	61
5	Tanah gundul	161
6	Semak Belukar	12.274
7	Hutan	31.151
8	landas pacu	28
	Jumlah	132.660

Sumber: Dari Data Penggunaan Lahan (BIG)

Dari tabel di atas dapat diketahui penggunaan lahan di Kabupaten Padang Pariaman untuk pemukiman sebasar 3.466 Ha. Keadaan ini berpengaruh kuat terhadap kelangsungan perkembangan Kabupaten. Karena kebutuhan akan lahan pemukiman tidak mungkin berkurang, mengingat pertambahan penduduk terus berlangsung dan hampir tidak dapat mengalami pengurangan. Sejalan dengan pertumbuhan penduduk, bertambahnya kebutuhan akan aksesibilitas tempat tinggal akan semakin tinggi karena kebutuhan mobilitas penduduk semakin besar. Namun, sebaliknya keberadaan lahan adalah tetap. Kondisi ini menyebakan timbulnya permasalahan-permasalahan di Kabupaten Padang Pariman.

Untuk mengetahui penyebab banjir melalui penggunaan lahan menggunakan koefisien aliran (C). koefisien aliran adalah bagian yang menunjukan perbandingan besarnya air larian terhadap besarnya curah hujan. Misalnya C untuk pemukina 0,10, artinya 10 persen dari total curha hujan akan menjadi aliran permukaan. Angka koefesian aliran ini dapat digunakan sebagai salah satu indikator untuk menentukan apakah suatu daerah telah mengalami gangguan fisik.

Nilai Koefesien dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 7. Nilai Koefisien Aliran (C) tiap penggunaan lahan

Tataguna Lahan	Koefisien Aliran	Tataguna Lahan	Koefesien Aliran
Perkontoran		**Taman, kuburan**	0,2 – 0,50
Daerah pusat kota	0,7 – 0,95	Tempat bermain	0,2 – 0,35
Daerah sekitar kota	0,5 - 0,7	Daerah stasiun KA	0,2 – 0,4
Perumahan		Daerah tak berkembang	0,1 – 0,3
Rumah tinggal	0,3 – 0,5	**Jalan raya**	
Rumah susun, terpisah	0,4 – 0,6	Beraspal	0,7 – 0,95
Rumah susun, sambung	0,6 – 0,-75	Berbeton	0,8 – 0,95
Daerah industry		Berbatu bata	0,7 – 0,85
Kurang padat industry	0,5 – 0,8	Trotoar	0,75 – 0,85
Padat industry	0,6 – 0,9	Daerah beratap	0,75 – 0,95
Tanah lapang		**Ladang garapan**	
Berpasir, datar 2%	0,05 -0,1	Tanah, tanpa vegetasi	0,3 – 0,6
Berpasir, agak rata 2-7%	0,1 – 0,15	Tanah, berat dengan vegetasi	0,2 – 0,5

Berpasir, miring 7%	0,15 – 0,2	Berpasir tanapa vegetasi	0,2 – 0,25
Tanah berat, datar 2%	0,13 – 0,17	Berpasir dengan vegetasi	0,1 – 0,25
Tanah berat, agak rata 2-7%	0,18 – 0,22	Padang rumput	
Tanah berat miring 7%	0,25 – 0,35	Tanah berat	0,15 – 0,45

Nilai C yang semakin tinggi menunjukkan semakin banyak air hujan yang menjadi limpasan permukaan. Hal ini kurang efisien dari segi sumber daya air karena jumlah air yang menjadi air tanah berkurang. Kerugian akibat limpasan permukaan semakin meningkat, sehingga menyebabkan risiko banjir dan erosi yang lebih besar. Angka C berkisar antara 0 sampai 1, dimana 0 menyatakan bahwa seluruh air hujan didistribusikan sebagai air intersepsi dan terutama infiltrasi dan sebagai air yang merembes dan menjadi air tanah. Sedangkan jika C=1 membuktikan bahwa seluruh air hujan mengalir sebagai aliran permukaan.

Untuk mengetahui koefisien air limpasan menggunakan rumus sebagai berikut:

C = (Luas/Total Luas) x Koe.C

Penggunaan lahan dapat dihitung nilai koefesian air limpasan sebagai berikut:

Tabel 8. Nilai Koefisien Air Limpasan Kabupaten Padang Pariaman

No	Jenis Penggunaan	Luas(Ha)	Koe C	C
1	Pemukiman	3.466	0,5	0,013063471
2	Sawah	25.101	0,45	0,085145862
3	Tegelan/kebun	60.418	0,45	0,204945726
4	Gudung	61	0,6	0,000275893
5	Tanah gundul	161	0,35	0,00042477
6	Semak Belukar	12.274	0,35	0,032382783
7	Hutan	31.151	0,15	0,03522275
8	landas pacu	28	0,45	9,49796E-05
	Jumlah	132.660		0,371556234

Sumber: Hasil Pengolahan Penulis

Untuk mencari waktu konsentrasi menggunakan rumus:

$$Tc = 0{,}0195 x L^{0{,}77} x S^{0{,}385} / 60$$

Tc = Waktu Konsentrasi (menir)

L = Panjang Sungai/Lereng (m)

S = Kemiringan Sungai/Lereng (m/m)

Untuk mencari intesitas curha hujan menggukan rumus:

$$I = \frac{R24}{24}\left(\frac{24}{Tc}\right)^{\frac{2}{3}}$$

I = intesitas Curah Hujan

R24 = Curah Hujan Harian Maksimum (mm)

Tc = Waktu Konsentrasi (jam)

Besarnya debit yang dialirkan dapat dihitung dengan metedo hidrograf empiris rasional. Metode ini memperhitungkan faktor curah hujan dan kondisi fisik daerah aliran. Rumus yang digunakan sebagai berikut:

Q=0,0028.C.I.A

Keterangan:

Q=debit aliran (m3/detik)

C=koefisien pengaliran

I= intesitas hujan (mm/jam)

A=luas daerah drainase (ha)

Sumber : Nazaruddin (2006)

Tabel 9. Perhitungan Nilai Q

Bulan	CH/mm	Tc	C	I	Luas	Q
Januari	551,7	0,484635	0,371556	309,996	132.660	42.784
Februari	223,5			125,5829		17.332
Maret	620,1			348,4294		48.088
April	549,9			308,9846		42.644
Mei	533,1			299,5448		41.341
Juni	208,3			117,0422		16.153
Juli	573,9			322,47		44.505
Agus	514,8			289,2621		39.922
Sep	343,9			193,2348		26.669
Okt	239,8			134,7418		18.596
Nov	477,1			268,0788		36.999
Desember	625,6			351,5198		48.515

Sumber: Pengolahan Penulis

Berdasarkan tabel 4.12 dapat disimpulkan bahwa besarnya debit limpasan permukaan di Kabupaten Padang Pariaman paling besar terjadi dibulan Desember dan Maret sebesar

48.515 dan 48.088 $M^3/detik$, sedangkan paling rendah terjadi pada bulan Juni sebesar 16.153 $M^3/detik$.

Adapun cara yang lain hanya menggunakan nilai C.

Tabel 10. Nilai Koefisien Air Larian

No	Jenis Penggunaan	Luas(Ha)	C	Luas x C
1	Pemukiman	8.097	0,6	4858,2
2	Sawah	24.518	0,3	7355,4
3	Tegelan	580	0,3	174
4	Kebun Campuran	18.001	0,3	5400,3
5	Perkebunan	34.816	0,4	13926,4
6	Semak Belukar	2.334	0,4	933,6
7	Hutan	37.572	0,25	9393
8	Kawasan Industri	185	0,8	148
9	Tanah Tandus	26	0,8	20,8
10	Galian C	53	0,5	26,5
11	Tambak	53	0,7	37,1
12	Lain-Lain	6.644	0,4	2657,6
Jumlah		132.879		44930,9

C.tertimbang = (Luas penggunaan lahan x C)/ Luas Total

C.tertimbang = 44930,9/132.879

C.tertibambang = 0,338134

Nilai koefisien air limpasan Kab. Padang Pariaman ialah 0,33 artinya 33% dari hujan yang turun di Kab.Padang Pariaman dialirkan di permukaan tanah sebagai air larian. Besarnya debit yang dialirkan dapat dihutung dengan metode hidrograf empiris rasional. Dengan rumus : Q = 0,0078 C.I.A

Untuk menghitung intesitas hujan menggunakan waktu 5, 10, 20 mm/jam maka dapat dihitung debit alirana sebagai berikut:

Tabel 11. Perhitungan Nilai Q

No	C	I	A	Q
1	0,33	5	132.879	610
2	0,33	10		1219
3	0,33	20		2438

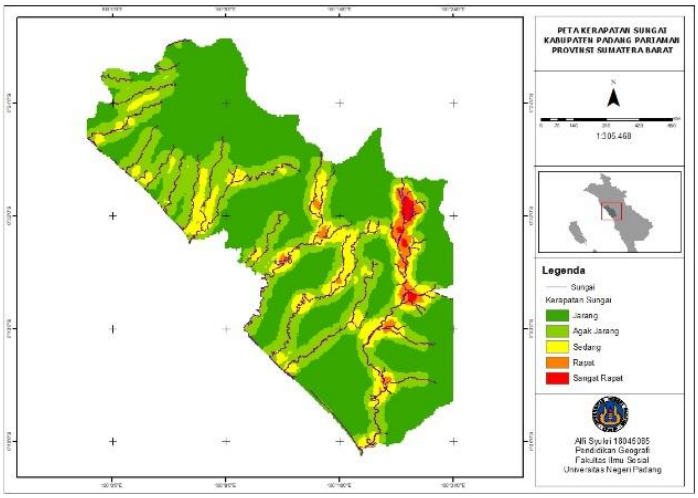
Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan besarnya debit aliran permukaan di Kabupaten Padang Pariaman jika terjadi hujan dengan intesitas 5 mm/jam maka besaran debit mencapai 610 m^3/detik, jika terjadi hujan dengan intensitas 10 mm/jam maka besar debit aliran ialah 1.219 m^3/detik dan jika terjadi hujan dengan intensitas 20 mm/jam besarnya debit aliran mencapai 2.438 m^3/detik.

Debit limpasan di Kabupaten Padang Pariaman ini akan mempengaruhi besarnya debit saluran tersier kemudian menuju saluran sekunder. Namun besarnya debit aliran permukaan secar signifikan lebih mempengaruhi banjir lokal yang disebakan oleh saluran tersier dan saluran utama.

Menurut Marupah, (2022) Salah satu kesehatan DAS ialah debit puncak. Debit yang tinggi dapat menimbulkan kerusakan DAS, kerusakan DAS dapat memicu terjadinya banjir pada musim hujan. Selanjutnya pengaruh penggunaan lahan terhadap koefisien aliran C menunjukan bahwa daerah deangan penggunaan lahan yang padat dan tanah liat memiliki koefisien aliran C yang tinggi, sehingga berpotensi mengalami banjir lebih sering dibandingkan deangan daerah yang memiliki tutupan lahan vegetasi yang baik dan tanah berpasir (Rahman et al, 2022).

Berdasarkan penelitian penggunaan lahan menggunakan koefesian aliran C dapat disimpulkan penggunaan lahan di Kabupaten Padang Pariaman berpengaruh pada banjir, terutama untuk banjir lokal. Koefesian aliran merupakan alat penting dalam memahami dinamika aliran permukaan dan potensi banjir. dengan menganalisis berbagai faktor yang mempengaruhi koefisien ini, dapat merencanakan langkah-langkah mitigasi yang lebih efektif untuk mengurangi resiko banjir.

Saluran Drainase di Kabupaten Padang Pariaman



Gambar 6. Peta Kerapatan Sungai

Dari Peta Di atas kita dapat melihat bahwa kerapatan sungai yang ada di Kabupaten Padang Pariaman di dominisi oleh kerapatan sungai dengan kategori jarang ditandai dengan warna hijau dan warna merah merupakan kerapatan sungai dengan kategori sangat rapat hanya ada di beberpa titik.

PEMBAHASAN

1. Pemetaan Daerah Rawan Banjir

Banjir yaitu bencana alam yang sering terjadi diakibatkan oleh meluapnya air sungai yang melebihi kapasitas dapat berupa genangan pada lahan yang biasanya kering seperti lahan pertanian, pemukiman, pusat kota yang dapat menimbulkan kerugian dari kemanusiaan ataupun ekonomi (Ab. Gultom, 2010).

Pemetaan adalah sesuatu gambaran permukaan bumi yang dituangkan dalam suatu bidang datar. Menurut International Cartographic Association peta ialah gambaran konvensional yang menujukkan seluruh elemen yang terdapat dipermukaan bumi serta gejala dari elemen yang digambarakan pada peta tersebut.

Hasil penelitian menunjukan bahwa pemetaan daerah rawan banjir dengan memanfaatkan sistem informasi geografis di Kabupaten Padang Parimana 608,84 (45%) km² wilayah yang memiliki tingkat kerawanan banjir sangat rawan meliputi Kecamatan Batang Anai, Batang Gasan, Nan Sabaris, Ulakan Tapakis, dan Sungai Limau, parameter yang mempengaruhi berupa jenis tanah dominan latasol dan kemiringan lereng datar. 533,73 (40%) km², wilayah yang memiliki tingkat kerawanan cukup rawan meliputi Kecamatan Enam Lingkuang, Lubuk Alung, Sintuk Toboh Gadang, 2x11 Enam Lingkuang, Kampuang Dalam, dan Sungai Sariak, parameter yang memperngaruhi berupa jenis tanah regosol dan kemiringan lereng landai. Sedangkan 207,20 (15%) km², wilayah yang memilki tingkat kerawanan tidak rawan meliputi sebagian Kecamatan 2x11 Kayu Tanam, IV Koto Aur Malintang, Lubuk Alung, Padang Sago, Patamuan, Sungai Garinggiang. Berdasarkan penganalisisan parameter kerawanan bencana banjir ditemukan topografi datar dan landai. Ada beberapa faktor cenderung penyebab banjir yaitu curah hujan serta penggunaan lahan.

Parameter curah hujan Klasifikasi curah hujan rata-rata tahuanan dari 3 (tiga) stasiun pengamatan pada Kabupaten Padang Pariaman berkategori tinggi dengan rata-rata curah hujan 500-475 mm/tahun meliputi daerah sebagian Kecamatan Kayu Tanam, Kecamatan Enam Lingkung, Kecamatan Nan Sabaris, Kecamatan Sintuk Toboh, Kecematan Lubuk

Alung, Kecamtan Batang Anai. Selanjutnya rata-rata curah hujan 425-400 mm/tahun memiliki kategori sedang meliputi wilayah Kecamatan Padang Sago, Kec. Koto Timur, Kec. Kampuang Dalam, Kec. Sungai Limau. Sedangkan rata-rata curah hujan 375-350 mm/tahun kategori rendah meliputi wilayah Kec. Sungai Garingging, Kec. Batang Gasan, Kec Aur Malingtang.

Parameter kemeringan lereng berdasarkar klasifikasi dapat diketehui bahwa sebagian Kabupaten Padang Pariaman di dominasi daerah yang memiliki kemiringan lereng dalam kategori datar dengan persentase kemeringan 0-8% dan kemeringan lereng dalam kategori landai dengan persentase 8-15%.

Parameter jenis tanah berdasarkan klasifikasi dapat dilihat bahwa wilayah Kabupaten Padang Pariaman termasuk dalam kelas jenis tanah aluvial, alvisol, andosol, latasol dan regosol.

Menurut Undang-Undang No.24 Tahun 2007, bencana ialah peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam, faktor non alam, maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan korban jiwa, kerusakan lingkuangan , kerugian harta benda, dan dampaka psikologi. Selanjunya, menurut Sari dan Supriyanto (2023), Daerah yang memiliki penggunaan lahan yang padat dan tanah liat sebagai dominasi jenis tanah mengalami resiko banjir yang lebih tinggi dan disarankan perlunya penguatan sistem drainase dan pengelolaan penggunaan lahan untuk mengurangi dampak banjir.

Dengan itu salah satu upaya untuk mengetahui sebaran ancaman bencana di Kabupaten Padang Pariaman dengan membuat peta rawan bencana banjir, sebagai bahan analisis resiko bencana banjir, dan sebagai dasar untuk membuat perencanaan penanggulangan bencana banjir bagi pemerintah terkait dan masyarakat untuk mengetahui persebaran ancaman bencana banjir tersebut.

2. Faktor Penyebab Banjir

Banjir ialah debit air sungai secara relative lebih besar dari umumnya yang diakibakatkan oleh hujan yang turun terus menerus dari hulu. Sehingga tidak dapat ditampung oleh sungai yang kemudian air meluap keluar dan menggenangi wilayah sekitarnya. Dimana banjir dapat di sebabkan oleh alam maupun manusia (paimin, 2009:2).

Faktor penyebab banjir dapat di kategorikan ke dalam 2 aspek, yaitu banjir alami dan banjir ulah manusia. Banjir alami dipengaruhi oleh curah hujan, fisiografi, erosi dan

sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase dan pengaruh air pasang. Sedangkan banjir ulah manusia biasanya diperngaruhi oleh perubahan lingkungan seperti, perubahan kondisi aliran sungai (DAS), kawasan pemukiman disekitar bantaran, rusaknya drainase lahan, kerusakan pengendali banjir, rusaknta hutan, dan sistem pengendali banjir yang tidak tepat (Kodoatie dan Sugiyanto, 2002).

Faktor penyebab limpasan klimatologi seperti jenis presipitasi, intesitas curah hujan, dan lamanya curah hujan, serta elemen daerah pengaliran seperti kondisi penggunaan lahan dan tutupan lahan, daerah pengaliran, kondisi topografi, dan jenis tanah (United States Forest Service).

Hasil penelitian menunjukan bahwa faktor penggunaan lahan menggunakan koefesian aliran dapat disimpulkan berpengaruh pada banjir di Kabupaten Padang Pariaman, terutama banjir lokal.

Dengan besarnya debit limpasan permukaan di Kabupaten Padang Pariaman paling besar terjadi dibulan Desember dan Maret sebesar 48.515 dan 48.088 $M^3/detik$, sedangkan paling rendah terjadi pada bulan Juni sebesar 16.153 $M^3/detik$.

Debit limpasan di Kabupaten Padang Pariaman ini akan mempengaruhi besarnya debit saluran tersier kemudian menuju saluran sekunder. Namun besarnya debit aliran permukaan secara signifikan lebih mempengaruhi banjir lokal yang disebakan oleh saluran tersier dan saluran utama

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Kabupaten Padang Pariaman yang bertujuan untuk memetakan daerah rawan banjir menggunakan sistem informasi geografis dapat disimpulkan:

1. Pemetaan daerah rawan banjir dengan menggunakan sistem informasi geografis maka didapatkan hasil penelitian menunjukan klasifikasi dengan 3 kelas kerawana banjir "Sangat Rawan 608,84 (45%) km², meliputi Kecamatan Batang Anai, Batang Gasan, Nan Sabaris, Ulakan Tapakis, dan Sungai Limau. Cukup Rawan 533,73 (40%) km², meliputi Kecamatan Enam Lingkuang, Lubuk Alung, Sintuk Toboh Gadang, 2x11 Enam Lingkuang, Kampuang Dalam, dan Sungai Sariak. dan Tidak Rawan 207,20 (15%) km², meliputi ebagian Kecamatan 2x11 Kayu Tanam, IV Koto Aur Malintang, Lubuk Alung, Padang Sago, Patamuan, Sungai Garinggiang. Berdasarkan

penganalisisan parameter kerawanan bencana banjir ditemukan topografi datar dan landai. Ada beberapa faktor cenderung penyebab banjir yaitu curah hujan serta penggunaan lahan.parameter yang paling dominan yang menjadi penyebab kerawanan banjir di Kabupaten Padang Pariaman ialah kemiringan lereng mencapai 0-8% masuk dalam kategori datar dan 8-15% masuk kategori landai yang sebagian besar ialah dataran rendah, dengan penggunaan lahan yang hampir seluruhnya ialah pemukiman, sawah, dan perkebunan serta memiliki jenis tanah latasol yang mana infiltrasinya cukup hingga lambat maka memungkinkan terjadinya genangan air yang menyebabkan banjir didukung dengan penutupan lahan dan bentuk lahan.

2. Koefisien aliran merupakan alat penting dalam memahami dinamika aliran permukaan dan potensi banjir, dengan menganalisis berbagai faktor yang mempengaruhi koefisien ini dapat merencanakan langkah-langkah mitigasi yang lebih efektif untuk mengurangi resiko banjir. Dari hasil analisis penyebab banjir melalui penggunaan lahan dengan menggunakan keofisien aliran bahwa penggunaan lahan mempengaruhi terjadinya banjir yang disebabkan besarnya debit limpasan permukaan di Kabupaten Padang Pariaman paling besar terjadi dibulan Desember dan Maret sebesar 48.515 dan 48.088 $M^3/detik$, sedangkan paling rendah terjadi pada bulan Juni sebesar 16.153 $M^3/detik$.

DAFTAR PUSTAKA

Aqli, Wafirul. (2021). ANALISA BUFFER DALAM SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK PERENCANAAN RUANG KAWASAN. Universitas muhammadiyah Jakarta

Basuki, K. (2019). Studi Pemetaan Daerah Rawan Banjir Dengan Metode Skoring Dan Pembobotan Pada Daerah Kota Tarakan. ISSN 2502-3632 (Online) ISSN 2356-0304 (Paper) Jurnal Online Internasional & Nasional Vol. 7 No.1, Januari – Juni 2019 Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, 53(9), 1689– 1699. www.journal.uta45jakarta.ac.id

Bates, P. D. (2022). Flood Inundation Prediction. Annual Review of Fluid Mechanics, 54(1), 287–315. https://doi.org/10.1146/annurev-fluid-030121-113138

Iskandar, A., Rahmawati, D., & Sari, R. (2021). "Analisis Peta Kemiringan Lereng dalam Mitigasi Risiko Bencana di Wilayah Pegunungan." Jurnal Geografi, 12(3), 145-157.

Lukman, A. (2018). Evaluasi sistem drainase di kecamatan helvetia kota medan. 13(2).

Nursyahbani, N., & Prabowo, A. (2021). "Analisis Hubungan Peta Jenis Tanah terhadap Kejadian Banjir di Wilayah Perkotaan." Jurnal Geografi dan Pengembangan Wilayah, 13(1), 45-60.

Nuryanti, N., Tanesib, J. L., & Warsito, A. (2018). Pemetaan Daerah Rawan Banjir Dengan Penginderaan Jauh Dan Sistem Informasi Geografis Di Kecamatan Kupang Timur

Kabupaten Kupang Provinsi Nusa Tenggara Timur. Jurnal Fisika : Fisika Sains dan Aplikasinya, 3(1), 73–79. https://doi.org/10.35508/fisa.v3i1.604

Rahman, A., & Idris, S. (2020). "Analisis Pengaruh Area Buffer terhadap Kualitas Air Sungai." Jurnal Geografi Indonesia, 15(2), 101-114.

Rahman, A., Putra, B., & Sari, L. (2022). "Pengaruh Penggunaan Lahan dan Karakteristik Tanah terhadap Koefisien Aliran C di Daerah Perkotaan Yogyakarta." Jurnal Ilmu Lingkungan, 13(2), 121-134.

Rakuasa, H., Helwend, J. K., & Sihasale, D. A. (2022). Pemetaan Daerah Rawan Banjir di Kota Ambon Menggunakan Sistim Informasi Geografis. Jurnal Geografi: Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian, 19(2), 73-82.

Rakuasa, H., & Latue, P. C. (2023). ANALISIS SPASIAL DAERAH RAWAN BANJIR DI DAS WAE HERU, KOTA AMBON. Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan, 10(1), 75–82. https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2023.010.1.8

Sari, A., Setiawan, D., & Hidayat, T. (2022). "Analisis Peta Tingkat Kerawanan Banjir di Kota Semarang." Jurnal Penelitian Geografi, 14(3), 155-170.

Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Andi.

Taufik, M., & Rahman, I. W. (2020). Pemetaan Daerah Rawan Banjir (Studi Kasus: Banjir Pacitan Desember 2017). Geoid, 15(1), 12. https://doi.org/10.12962/j24423998.v15i1.3870