

**PEMETAAN DAMPAK BENCANA BANJIR BANDANG PADA DAS ANAI :
STUDI KASUS KECAMATAN X KOTO DAN PADANG PANJANG BARAT**

Fitria Rahmi Mardhatillah¹, Triyatno²

^{1,2,3} Universitas Negeri Padang

Alamat e-mail : fitriarmdhhh@gmail.com

ABSTRACT

The objectives of this research are: 1) Flash flood hazard mapping, 2) Analysis of infrastructure and land use affected by flash floods. This type of research uses Quantitative descriptive method. The results of the research are: 1) The hazard classification results are divided into 4 classes with an area of very high (240.18 Ha), high (207.22 Ha), low (325.95 Ha), and very low (425.86 Ha) from a total buffer area of 1,199.21 Ha, 2) The results of infrastructure identification affected by flash floods were 273 units out of 1,637, consisting of 233 buildings out of 1,484 buildings, 18 bridges out of 27 bridges, and 22 roads out of 126 roads. Meanwhile, in terms of land use, 702 households were affected, consisting of 396 households in agricultural land ownership, 243 households in ownership of built-up land, and 63 households in ownership of other uses. The land use identified in the buffer area is 427.97 hectares, consisting of 351.09 hectares of agricultural land, 65.04 hectares of built-up land, and 11.84 hectares of other uses. It can be concluded based on the calculation area of the results of the very high and high classification of flash flood hazards, the area of land use affected is 154.05 Ha, consisting of 128.06 Ha of agricultural land, 16.65 Ha of built-up land, and 9.34 Ha of other uses.

Keywords: Flash Flood Hazard, Linear Fuzzy, Identification, Infrastructure and Land Use, Flash Flood Affected

ABSTRAK

Tujuan dari Penelitian ini yaitu : 1) Pemetaan bahaya bencana banjir bandang, 2) Analisis infrastruktur dan penggunaan lahan terdampak banjir bandang. Jenis Penelitian ini menggunakan metode deskriptif Kuantitatif. Hasil penelitian yaitu : 1) Hasil klasifikasi bahaya dibagi menjadi 4 kelas dengan luas yaitu sangat tinggi (240,18 Ha), tinggi (207,22 Ha), rendah (325,95 Ha), dan sangat rendah (425,86 Ha) dari total area buffer 1.199,21 Ha, 2) Hasil identifikasi infrastruktur terdampak banjir bandang sebanyak 273 unit dari 1.637, yang terdiri dari 233 bangunan dari 1.484 bangunan, 18 jembatan dari 27 jembatan, dan 22 ruas jalan dari 126 ruas jalan. Sementara itu, pada penggunaan lahan, terdapat 702 KK yang terdampak, terdiri dari 396 KK pada kepemilikan lahan pertanian, 243 KK pada kepemilikan pada lahan terbangun, dan 63 KK pada kepemilikan penggunaan lainnya. Penggunaan lahan yang diidentifikasi pada area buffer seluas 427,97 Ha, terdiri dari 351,09 Ha lahan pertanian, 65,04 Ha lahan terbangun, dan 11,84 hektar

penggunaan lainnya. Dapat disimpulkan berdasarkan luas perhitungan hasil klasifikasi sangat tinggi dan tinggi dari bahaya banjir bandang, luas penggunaan lahan yang terdampak yaitu 154,05 Ha, terdiri dari lahan pertanian seluas 128,06 Ha, lahan terbangun seluas 16,65 Ha, dan penggunaan lainnya seluas 9,34 Ha.

Kata Kunci: Bahaya Banjir Bandang, Fuzzy Linear, Identifikasi, Infrastruktur dan Penggunaan Lahan, Terdampak Banjir Bandang

A. Pendahuluan

Banjir bandang merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di Indonesia. Secara umum banjir merupakan suatu peristiwa meningkatnya air pada saluran dan melampaui kapasitas daya tampung pada suatu aliran maupun suatu tampungan. Banjir dikategorikan menjadi banjir hujan ekstrem, banjir kiriman, banjir hulu, banjir rob, dan banjir bandang. Setiap jenis banjir memiliki karakteristik yang khas karena terbentuk dari faktor pemicunya. Banjir bandang terjadi dalam waktu singkat dalam rentang waktu sekitar 6 jam yang disebabkan oleh hujan lebat, bendungan jebol, tanggul jebol dan adanya faktor penyumbatan pada aliran sungai. Banjir bandang memiliki karakteristik dengan cepatnya kenaikan muka air sungai/saluran. Dalam proses kejadian banjir bandang, longsoran merupakan faktor utama pemicu yang terjadi saat kapasitas maupun debit hujan yang tinggi yang mengakibatkan terbawanya material pengikisan seperti tanah, batuan, kayu dan semak belukar terbawa pada aliran air, sehingga banjir bandang lanjutan bencana setelah terjadinya longsor serta faktor lain seperti aktivitas vulkanik berupa material erupsi juga menjadi pemicu

bandang atau yang disebut juga dengan banjir lahar dingin.

Telah terjadi kembali bencana banjir bandang pada Provinsi Sumatera Barat salah satunya melanda DAS Anai. DAS ini memiliki luas sekitar 703 km². Sungai ini mengalir dari hulu di kaki Gunung Marapi, Gunung Singgalang, dan Gunung Tandikat, hingga bermuara di Samudra Hindia di Muaro Anai (Selvia, 2024). Berdasarkan analisis peta jaringan sungai, didapatkan panjang sungai utama pada DAS Anai yaitu 91 Km. Bila hujan terjadi di hulu DAS Anai, di dua lokasi hulu yaitu Kabupaten Tanah datar seluas 25,18% (15.511,60 Ha) di kaki Gunung Merapi dan Kabupaten Agam 0,68% (416,02 Ha) di kaki Gunung Singgalang, di mana kedua wilayah tersebut memiliki kawasan tangkapan airnya (catchment area) yang luas dengan laju aliran yang relatif sangat cepat mengumpul dan mengalir ke hilir DAS Anai, maka kawasan Lembah Anai rentan diterjang banjir bandang (Selvia, 2024).

Sebelum kejadian banjir bandang pada 11 Mei 2024 di Sungai Anai, wilayah tersebut pernah mengalami beberapa kali banjir besar, terutama selama masa kolonial Belanda. Dua kali banjir

besar tercatat terjadi pada tahun 1892 dan 1904, yang menyebabkan kerusakan parah pada infrastruktur (Regina, 2024) sungai ini berpotensi menimbulkan bencana dalam rentang waktu 1.200 tahun. Tercatat pada hari Sabtu, 11 Mei 2024 hujan turun berlangsung mulai dari sore hingga malam di atas 150/200 mm (Aditya, 2024, 13 Mei). Dampaknya banjir bandang diikuti oleh lahar melanda Kabupaten Agam, Tanah Datar, dan Kota Padang Panjang (Widodo, 2024). Longsoran yang terjadi pada lereng Gunung Singgalang melewati aliran sungai hulu gunung ini dengan mengangkut material banjir bandang lalu bertemu dengan aliran sungai dari hulu Gunung Marapi yang pada waktu bersamaan mengangkut material lahar dingin, sehingga memberikan dampak pada Kecamatan X Koto dengan Nagari terdampak Aie Angek, Koto Laweh, Pandai Sikek, Singgalang dan Kota Padang Panjang pada Kelurahan terdampak Pasar Usang dan Silaing Bawah. Bencana ini mengakibatkan kerusakan pada alur sungai yang dilalui serta mengakibatkan korban jiwa, kerusakan pada infrastruktur, kerusakan pada penggunaan lahan di kawasan sepanjang kawasan aliran sungai dan terputusnya akses utama jalan nasional Rute Bukittinggi-Padang (Sumbar, 2024).

Berdasarkan penelitian terdahulu Analisis bahaya bencana banjir bandang dan kerentanan fisik di Nagari Guguak Sarai, Kecamatan Sungai Lasi, Kabupaten Solok (Putra, A. H., & Triyatno., 2022), Analisis Dampak Banjir Lahar terhadap

Infrastruktur di Sub DAS Putih Kabupaten Magelang (Karina, V. I., dkk., 2020) dan Kajian Banjir Bandang di Padang Panjang Melalui Tinjauan Peta Sungai (Yanto, A., dkk., 2024) memiliki kesamaan dengan penelitian penulis sehingga menjadi acuan pada penelitian ini diantaranya kesamaan dalam teknik pengolahan data dan perbedaan dengan penelitian penulis yaitu pada metode dan analisis data untuk menentukan area terdampak banjir bandang. Dampak yang ditimbulkan bencana ini menjadi sangat penting dianalisis melalui pemetaan bahaya banjir bandang untuk mengidentifikasi zona-zona rawan dan tingkat kerentanan wilayah terhadap bencana ini berdasarkan tingkatan bahaya dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) berdasarkan analisis spasial, pemetaan ini dapat menggambarkan tingkat bahaya banjir pada wilayah ini dan membantu dalam pengambilan keputusan dalam analisis dampak banjir bandang terhadap infrastruktur dan penggunaan lahan setelah kejadian bencana untuk memahami sejauh mana kerusakan yang terjadi serta perubahan fungsi lahan akibat bencana, sehingga nantinya hasil penelitian ini memberikan manfaat pada pembaca, instansi terkait dan siapapun. Dengan persoalan tersebut, penulis mencoba mengkaji terkait bencana yang telah terjadi dan mengangkat permasalahan dengan judul Pemetaan Dampak Bencana Banjir Bandang pada DAS Anai : Studi Kasus Kecamatan X Koto dan Kecamatan Padang Panjang Barat.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Populasi merupakan sekelompok individu yang memiliki karakteristik yang sama, yang menjadi dasar dalam pengumpulan data penelitian. Definisi ini menekankan pentingnya memperhatikan tiga komponen utama dalam penelitian: subjek, objek, dan lokasi penelitian (Subhaktiyasa, 2024). Pada penelitian ini yang menjadi populasi yaitu wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Anai di Kecamatan X Koto, Kabupaten Tanah Datar dan Kecamatan Padang Panjang Barat, Kota Padang Panjang sebagai salah satu wilayah terdampak bencana banjir bandang pada Provinsi Sumatra Barat tahun 2024. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini yaitu Random Sampling. Titik sampel tersebut ditentukan berdasarkan situasi pasca bencana banjir bandang pada infrastruktur dan penggunaan lahan dapat bervariasi secara signifikan berdasarkan karakteristik tertentu, seperti jenis infrastruktur (jalan, jembatan dan bangunan), penggunaan lahan (pertanian, lahan terbangun dan penggunaan lainnya), tingkat kerusakan (rusak ringan,

sedang, berat dan hanyut) berjumlah 21 sampel. Jenis data yang digunakan yaitu data spasial, primer dan data sekunder. Data dianalisis dengan *Fuzzy Membership*. Teknik *fuzzy membership* yang digunakan adalah *fuzzy linier*. *Fuzzy linier* digunakan ketika penggunaan antara nilai minimum dan maksimum yang ditentukan pengguna. Fungsi transformasi linear dalam analisis tingkat bahaya banjir bandang dapat digunakan untuk jarak dari sungai (transformasi linear negatif) untuk menentukan bahaya banjir bandang dan analisis dampak banjir bandang menggunakan *overlay* berdasarkan peta tingkatan bahaya dengan *citraortho* untuk menentukan batasan terdampak.

C. Hasil Penelitian dan

Pembahasan

Hasil

1. Pemetaan Bahaya Banjir Bandang

a. Deliniasi Daerah Aliran Sungai (DAS)

Luasnya wilayah cakupan DAS Anai serta tidak seluruh wilayah pada Kecamatan X Koto dan Kecamatan Padang Panjang Barat merupakan bagian dari DAS Anai sehingga diperlukannya deliniasi DAS berdasarkan wilayah kajian agar

terfokus dalam mengkaji terdampak banjir bandang.

Hasil deliniasi Daerah Aliran Sungai Anai. Secara batasan administrasi di Kecamatan X Koto, nagari yang masuk dalam cakupan DAS Anai diantaranya Nagari Singgalang, Nagari Jaho, Nagari Panyalaian, Nagari Aia Angek, Nagari Koto Baru, Nagari Pandai Sikek, dan Nagari Koto Laweh. Sedangkan secara batasan administrasi di Kecamatan Padang Panjang Barat, kelurahan yang masuk dalam cakupan DAS Anai diantaranya Kelurahan Silaing Bawah, Kelurahan Silaing Atas, Kelurahan Kampung Manggis, Kelurahan Tanah Hitam, Kelurahan Pasar Usang, Kelurahan Bukit Surungan, Kelurahan Pasar Baru dan Kelurahan Balai-Balai.

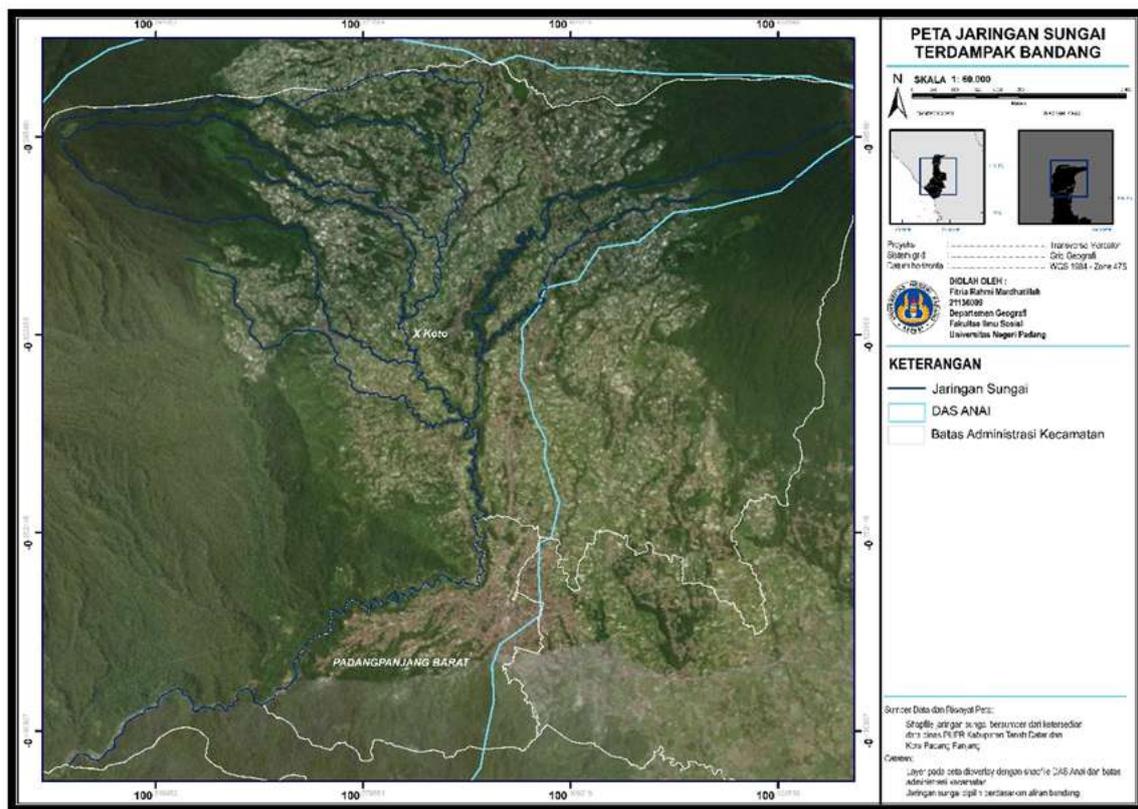
b. Identifikasi wilayah terdampak bencana banjir bandang

Bahwasanya tidak seluruh wilayah pada administrasi nagari/ kelurahan dalam satuan unit terkecil jorong/ rt terdampak bencana banjir bandang. Nagari yang terdampak bencana banjir bandang pada Kecamatan X Koto yaitu Nagari

Singgalang (Jorong Aie Mancua, Jorong Sikabu, Jorong Subarang, Jorong Koto, Jorong Solok dan Jorong Gantiang), Nagari Panyalaian (Jorong Pasar Rabaa dan Jorong Koto Tuo), Nagari Koto Laweh (Jorong Balai Gadang, Jorong Kandang Diguguak, Jorong Batu Panjang dan Jorong Pincuran Tujuh), Nagari Pandai Sikek (Jorong Pagu-Pagu, Jorong Baruah, Jorong Tanjung dan Jorong Koto Tinggi) dan Nagari Aie Angek (Jorong Kapalo Koto, Jorong Koto Nan Gadang dan Jorong Kandang Sampie). Kelurahan terdampak bencana banjir bandang pada Kecamatan Padang Panjang Barat yaitu Kelurahan Silaing Bawah (RT I dan RT XX), Kelurahan Silaing Atas (RT II, RT IV, RT VI dan RT X), Kelurahan Pasar Usang (RT XII) dan Kelurahan Bukit Surungan (RT VIII).

c. Deliniasi Jaringan Sungai terdampak bandang

Deliniasi merupakan proses pemilihan atau pembatasan jaringan sungai yang dipilih berdasarkan aliran yang memberikan dampak bandang pada wilayah sekitar dari cabang terkecil hingga sungai utama.



Gambar 1. Peta Jaringan Sungai Terdampak Banjir Bandang

Sumber : pengolahan data jaringan sungai dan wilayah terdampak banjir bandang (2025).

Peta di atas merupakan hasil pengolahan jaringan sungai yang dipilih berdasarkan aliran yang membawa material bandang yang dilihat berdasarkan alur dari wilayah terdampak.

Segmentasi dari jaringan terdampak bandang dapat diketahui dengan menentukan orde/ percabangan dari *Strahler* sungai yang tidak memiliki cabang disebut orde pertama, dan ketika dua sungai orde pertama bertemu, mereka membentuk sungai orde kedua. Proses ini berlanjut untuk menentukan orde yang lebih tinggi.

d. Buffer sungai terdampak bandang

Sungai yang akan di *buffer* merupakan jaringan sungai yang terdampak bandang. Bersumber dari

buku RBI, BNPB 2023, jarak pada kiri kanan sungai yang berpotensi akan bahaya dari bencana banjir bandang yaitu ± 750 meter dan 1.000 meter merupakan zona aman, ketentuan ini berlaku untuk sungai utama. Sedangkan untuk penentuan *buffer* sungai pada wilayah penelitian berdasarkan teori *strahler* merujuk pada area perlindungan yang ditetapkan di sekitar sungai, yang bervariasi sesuai dengan klasifikasi orde sungai. Semakin tinggi orde sungai, semakin luas *buffer* yang diperlukan untuk menjaga kualitas air, mencegah erosi, dan melindungi ekosistem di sekitarnya.

Hasil pengolahan orde sungai, di mana orde Sungai 1 memiliki area *buffer* 50 m dan luas 553,44 Ha, orde Sungai 2 memiliki area *buffer* 75 m

dan luas 116,83 Ha, serta orde Sungai 3 memiliki area buffer 200 m dan luas 528,94 Ha, dengan total luas seluruh area buffer mencapai 1.199,21 Ha.

e. Ketinggian sungai terdampak bandang

Secara topografis Kecamatan X koto berada pada ketinggian 100 – 1300 Mdpl dan Kecamatan Padang Panjang Barat berada pada 600-850 Mdpl. Peta dianalisis berdasarkan data DEM SRTM yang menyimpan informasi murni terkait ketinggian melalui data raster, data tidak dilakukan *reclassify* untuk mempertahankan nilai murni ketinggian untuk pengolahan bahaya banjir bandang, ketinggian merupakan salah satu parameter untuk menganalisis bahaya dari banjir bandang yang dimana ketinggian mengasumsikan tinggi bandang dan area yang diterjang.

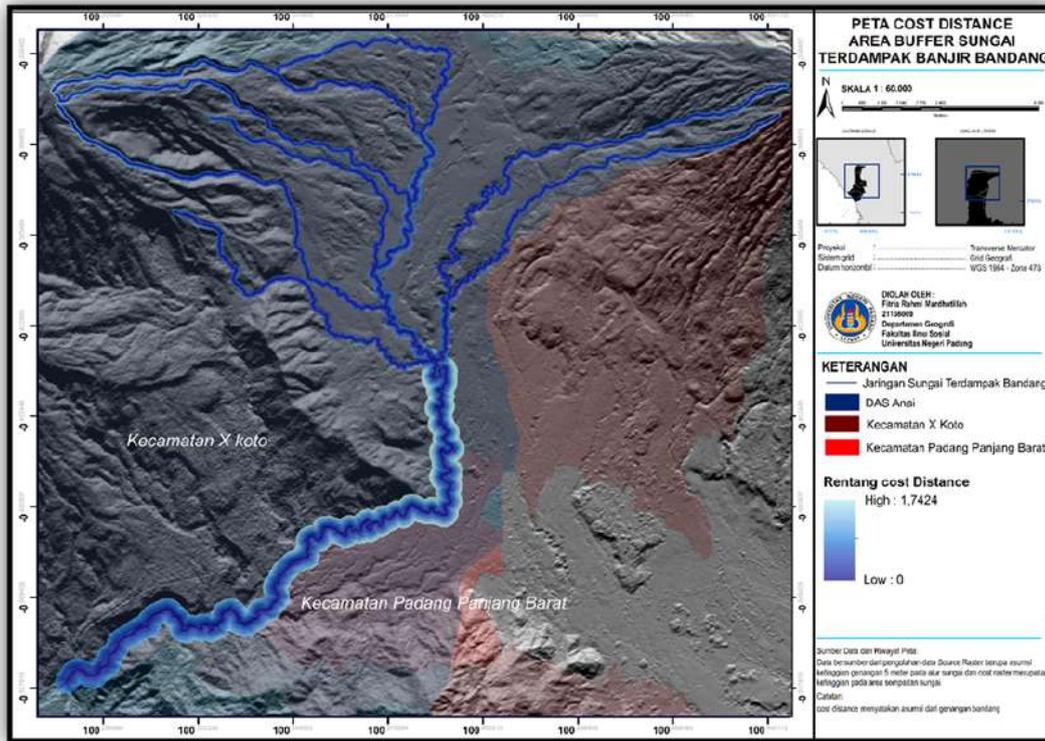
f. Asumsi ketinggian genangan

Ketinggian genangan 5 meter pada alur sungai berdasarkan

ketetapan BNPB dalam skema pemetaan bahaya banjir bandang dalam buku Risiko Bencana Indonesia tahun 2023. Proses pengolahan yaitu dengan membentuk data *raster* dengan *create constant raster* pada *Arcgis* sehingga menghasilkan data *raster* dengan nilai *pixel* 5 meter secara keseluruhan, selanjutnya *clip* dengan data *vector* berdasarkan jaringan sungai terdampak bandang yang berformat *polygon* dengan jarak kiri lebar area 10 meter.

g. Cost distance

Cost Distance diimplementasikan menggunakan Sistem Informasi Geografis (GIS) untuk menghasilkan analisis spasial yang kompleks dalam visualisasi data. Data yang mempengaruhi hasil pengolahan *cost distance* yaitu hasil analisis asumsi genangan sebagai *source raster* dan ketinggian area *buffer* sungai terdampak sebagai *cost raster*. Berikut peta hasil pengolahan *cost distance* :



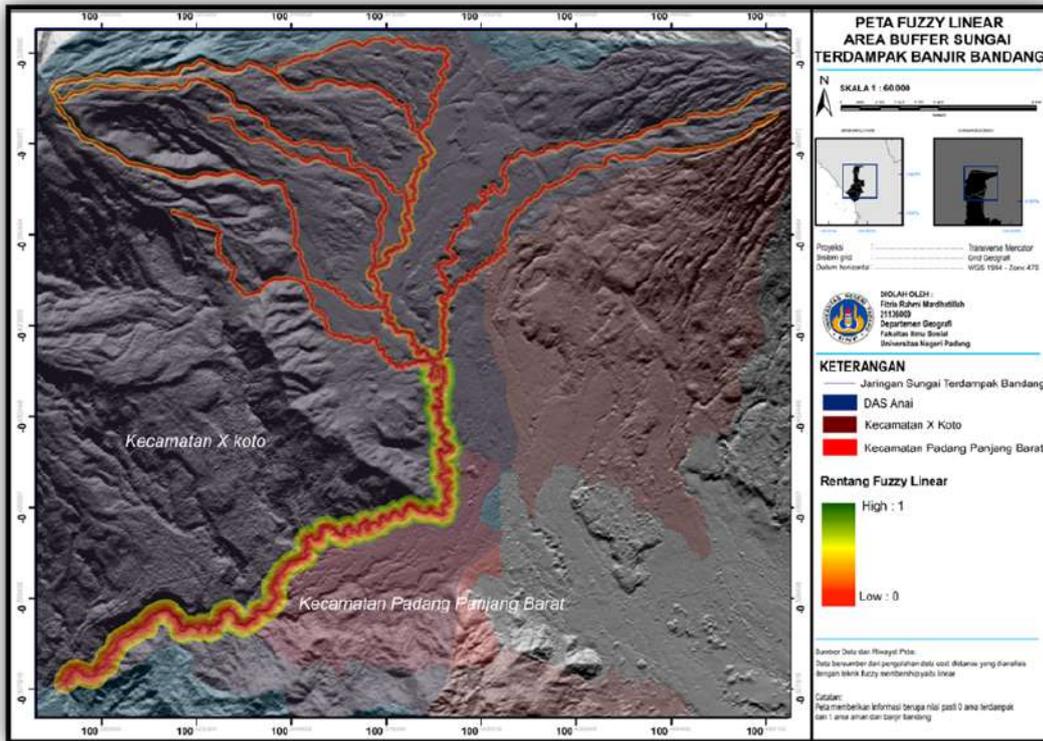
Gambar 2. Peta Cost Distance

Sumber : pengolahan data asumsi genangan pada alur sungai dengan elevasi pada sempadan sungai (2025). Peta diatas merupakan hasil pengolahan cost distance, nilai 0 merupakan genangan bandang yang menunjukkan area terdampak atau area yang digenangi pada alur sungai. Nilai cost distance dipengaruhi oleh ketinggian, semakin meningkat nilai ketinggian maka tidak dipengaruhi oleh genangan bandang dan area tersebut tidak terdampak/ terpengaruh banjir bandang.

h. Pemetaan bahaya banjir bandang

Hasil nilai *cost distance* kemudian di analisis dengan metode *fuzzy membership* dengan menggunakan teknik *linear*, untuk mengkonversikan nilai hasil perhitungan dalam mempertegas nilai

dengan rentang 0-1, dimana nilai 0 merupakan nilai bahaya dan 1 merupakan nilai aman, rentang nominal 0-1 menunjukkan posisi tidak pasti antara bahaya dan aman. Pengolahan data dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) maka hasil pemetaan sebagai berikut :



Gambar 3. Peta Bahaya Banjir Bandang

Sumber : Pengolahan klasifikasi fuzzy linear (2025).

Berdasarkan hasil *fuzzy classify*, klasifikasi bahaya banjir bandang terdiri dari 4 tingkatan yaitu sangat tinggi, tinggi, rendah dan sangat rendah dengan proses *reclassify* pada Arcqis, untuk menentukan jarak area antara klasifikasi disesuaikan dengan

keadaan lapangan setelah banjir bandang dan tumpang tindih *citra ortho/ orthofoto* sebagai acuan. Menghasilkan nilai klasifikasi sangat tinggi 0-0,07, tinggi 0,08-0,13, 0,14-0,25 rendah dan 0,26-1 sangat rendah. Berikut hasil kalkulasi bahaya banjir bandang :

Tabel 1. Luas klasifikasi Bahaya Banjir pada Area *Buffer* Jaringan Sungai terdampak Bandang

No	Klasifikasi	Nilai Bahaya	Luas (Ha)
1.	Sangat Tinggi	0 – 0,07	240,18
2.	Tinggi	0,08 – 0,13	207,22
3.	Rendah	0,14 – 0,25	325,95
4.	Sangat Rendah	0,26 – 1	425,86
total			1.199,21

Sumber : pengolahan data classify fuzzy linear dan calculate geometry (2025).

Tabel di atas merupakan hasil analisis klasifikasi dari tingkatan bahaya banjir bandang. Luas area pada *buffer* sungai yang

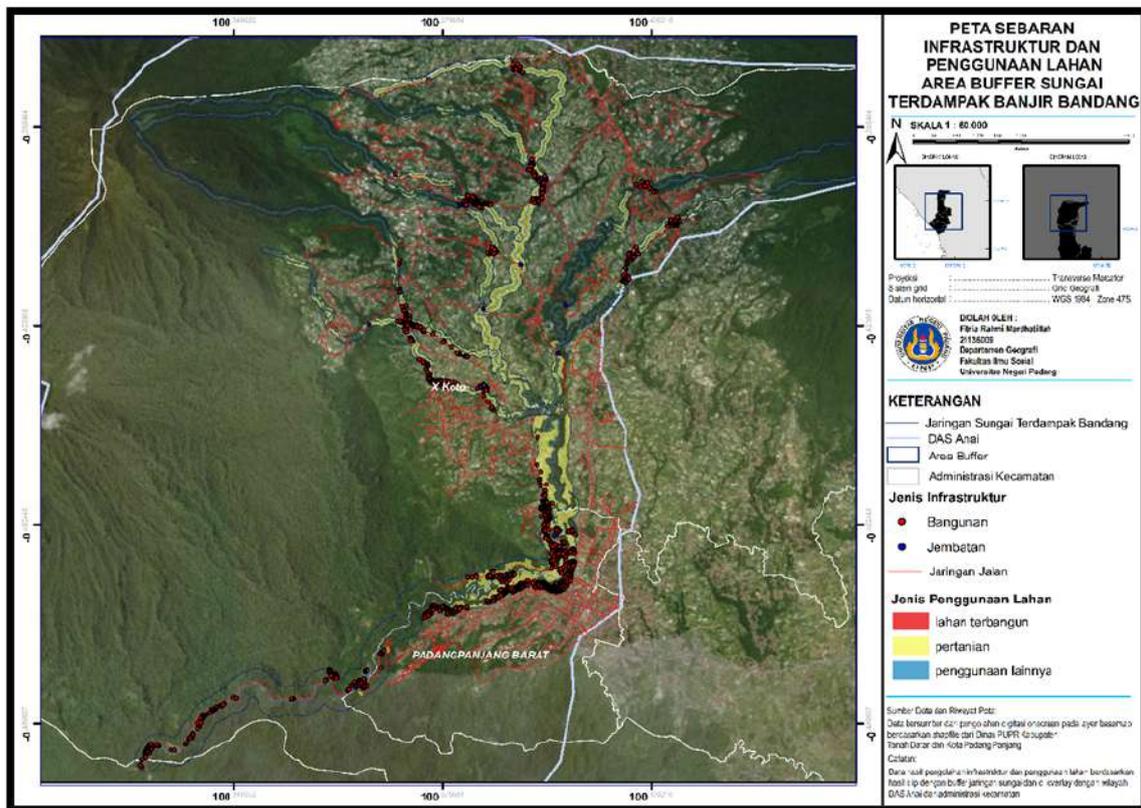
diklasifikasikan adalah 1.199,21 hektar yang didominasi dengan zona sangat rendah dengan luasan 425,86 hektar.

2. Analisis Infrastruktur dan Penggunaan Lahan Terdampak Bencana Banjir Bandang

a. Identifikasi infrastruktur dan penggunaan lahan area buffer sungai terdampak bandang

Berikutnya melakukan identifikasi berdasarkan aspek infrastruktur, seperti jalan (jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan), jembatan, bangunan (peribadatan, pelayanan, rumah, kios/ toko/ dan gedung), serta penggunaan lahan berupa pertanian (sawah, ladang dan

kebun), lahan terbangun (permukiman dan pelayanan publik) dan penggunaan lainnya (taman wisata alam, komersial dan rekreasi). Berdasarkan data *shapfile* infrastruktur dan penggunaan lahan Dinas PUPR Kabupaten Tanah Datar dan Kota Padang Panjang dilakukan *digitasi onscreen* pada *Basemap* Google Satelit. Berikut peta hasil identifikasi Infrastruktur dan penggunaan lahan pada area *buffer* jaringan sungai :



Gambar 4. Peta Identifikasi Infrastruktur dan Penggunaan Lahan di Area Buffer

Sumber : Pengolahan *shapfile* infrastruktur dan penggunaan lahan dinas PUPR dan *digitasi onscreen*

Peta diatas merupakan hasil pengolahan identifikasi infrastruktur dan penggunaan lahan dengan sumber data Dinas PUPR Kabupaten Tanah Datar dan Kota Padang

Panjang dan *digitasi on screen* untuk menambahkan informasi detail, sehingga menghasilkan peta dalam skala 1: 60.000. Berikut data hasil identifikasi infrastruktur dan

penggunaan lahan pada area buffer jaringan sungai terdampak bandang :

Tabel 2. Identifikasi Jumlah Infrastruktur pada Area Buffer Sungai Terdampak Banjir Bandang

No.	Jenis Infrastruktur	Jumlah
1.	Bangunan	1484
2.	Jembatan	27
3.	Jalan	126
Total		1637

Sumber : Pengolahan shapfile PUPR dan Digitasi (2025).

Tabel di atas merupakan hasil identifikasi pada infrastruktur yang berada pada area *buffer* jaringan sungai terdampak bandang. Total infrastruktur yang diidentifikasi mencapai 1.621 unit, yang terdiri dari 1.484 bangunan yang mencakup peribadatan, rumah, dan fasilitas umum, 11 jembatan yang berfungsi sebagai penghubung antar wilayah dan 126 jaringan jalan yang meliputi arteri, jalan lokal, jalan lainnya berada pada area *buffer*.

Tabel 3. Identifikasi Luas Penggunaan Lahan pada Area Buffer Sungai Terdampak Banjir Bandang

No.	Jenis Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
1.	Lahan Pertanian	351,09
2.	Lahan Terbangun	65,04
3.	Penggunaan Lainnya	11,84
Total		427,97

Sumber : Pengolahan shapfile PUPR dan Digitasi (2025).

Tabel di atas merupakan hasil identifikasi pada penggunaan lahan yang berada pada area *buffer* jaringan sungai terdampak bandang. Total luas penggunaan lahan yang diidentifikasi 427,97 hektar, yang terdiri dari 351,09 hektar lahan pertanian (sawah, ladang dan kebun), 65,04 hektar lahan terbangun (permukiman dan pelayanan publik), serta 11,84 hektar untuk penggunaan lainnya (Taman Wisata alam, rekreasi, komersial, dan lainnya).

b. Penyusunan data infrastruktur dan penggunaan lahan terdampak banjir bandang

Berdasarkan data yang bersumber dari BPBD Kabupaten Tanah Datar dan Kota Padang Panjang, rekapitulasi pemerintah nagari/ kelurahan terdampak disusun menjadi tabel infrastruktur dan penggunaan lahan terdampak bencana banjir bandang karena merupakan data pasti hasil pendataan pemerintah setempat yang digunakan pada analisis ini. Data penggunaan lahan terdampak tersedia berdasarkan kepemilikan Kartu Keluarga (KK) yang berdomisili pada administasi pendataan, sehingga diperlukan identifikasi lanjutan pada pembahasan berikutnya untuk mengetahui area dan luasan dampak banjir bandang secara pasti pada area penggunaan lahan. Berikut hasil penyusunan data terdampak bencana banjir bandang pada infrastruktur dan penggunaan lahan :

Tabel 4. Infastruktur Terdampak Banjir Bandang

No.	Jenis Infrastruktur Terdampak	Jumlah (Unit)
1.	Bangunan	233
2.	Jembatan	18
3.	Jalan	22
Total		273

Sumber : rekapitulasi pemerintahan nagari di Kecamatan X Koto, pemerintahan lurah di Kecamatan Padang Panjang Barat dan BPBD Kabupaten Tanah Datar dan Kota Padang Panjang (2024).

Tabel di atas merupakan hasil penjumlahan dari rekapitulasi data infastruktur terdampak banjir bandang dengan jumlah keseluruhan 273 unit yang tersebar pada nagari dan kelurahan, bersumber dari BPBD Kabupaten Tanah Datar dan kota Padang Panjang, dan perintah terdampak pada nagari di Kecamatan X Koto dan kelurahan di Kacamatan Padang Panjang Barat.

Tabel 5. Penggunaan Lahan Terdampak Banjir Bandang

No.	Jenis Penggunaan Lahan	Jumlah (KK)
1.	Lahan Pertanian	396
2.	Lahan Terbangun	243
3.	Penggunaan Lainnya	63
Total		702

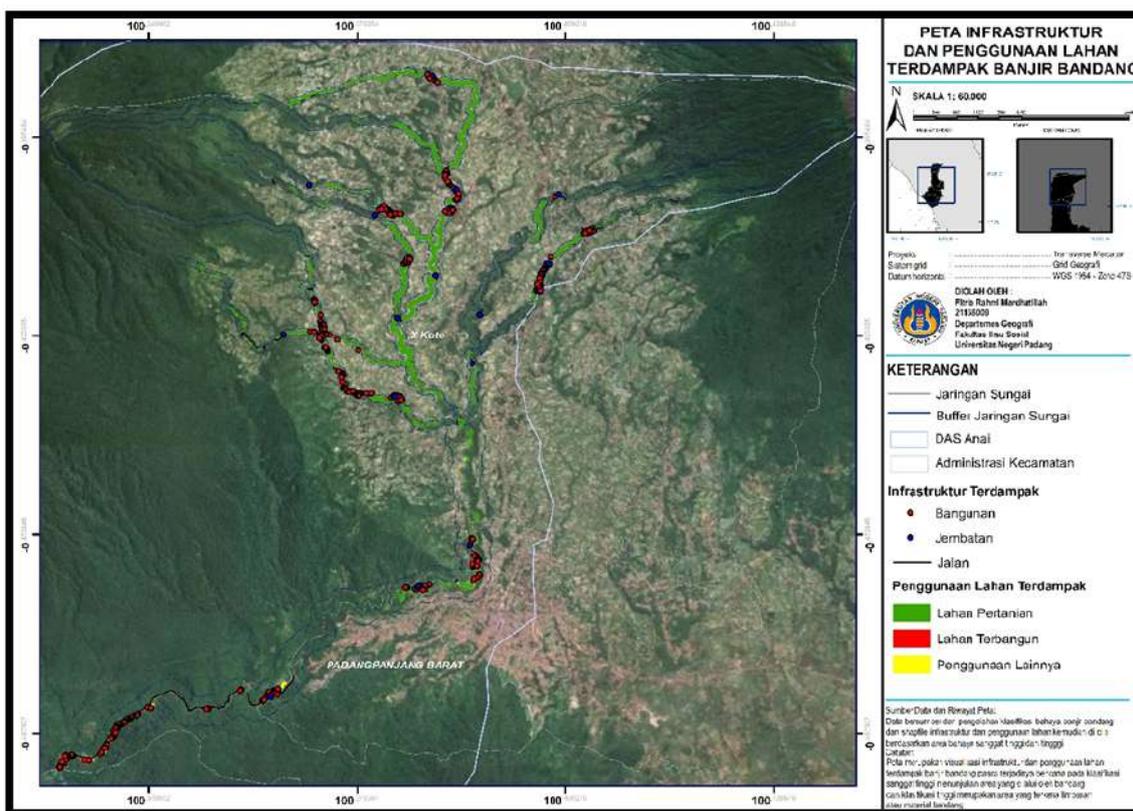
Sumber : rekapitulasi pemerintahan nagari di Kecamatan X Koto, pemerintahan lurah di Kecamatan Padang Panjang Barat dan BPBD Kabupaten Tanah Datar dan Kota Padang Panjang (2024).

Tabel di atas merupakan hasil penjumlahan dari rekapitulasi data

penggunaan lahan terdampak banjir bandang berdasarkan kepemilikan/ Kartu Keluarga (KK) pada lahan terbangun berupa perumahan dan warung, lahan pertanian berupa sawah, ladang dan perkebunan dan penggunaan lainnya berupa objek wisata, kios dan rekreasi dengan jumlah keseluruhan 702 KK, bersumber dari BPBD Kabupaten Tanah Datar dan kota Padang Panjang, dan perintah terdampak pada nagari di Kecamatan X Koto dan kelurahan di Kacamatan Padang Panjang Barat.

c. Pemetaan infrastruktur dan penggunaan lahan terdampak banjir banda

Data hasil penyusunan infrastruktur dan penggunaan lahan terdampak banjir bandang berupa data fisik sehingga diperlukan analisis lanjutan untuk memvisualisasikan infrastruktur dan penggunaan lahan dengan pemetaan sehingga diketahui area yang terkena dampak banjir bandang. Tahapan dalam mempetakan dampak banjir bandang dengan teknik *overlay* dari hasil klasifikasi bahaya banjir bandang dan hasil *shapfile* identifikasi infrastruktur dan penggunaan lahan pada area *buffer* jaringan sungai terdampak bandang, kemudian data *diclip* berdasarkan area kelas tingkat banjir bandang sangat tinggi dan tinggi, sehingga luasan terdampak pada penggunaan lahan dapat dihitung dengan *calculate geometry*. Berikut hasil pemetaan infrastruktur dan penggunaan lahan terdampak banjir bandang :



Gambar 5. Peta Infrastruktur dan Penggunaan Lahan Terdampak Banjir Bandang

Sumber : pengolahan klasifikasi bahaya banjir bandang dengan infrastruktur dan penggunaan lahan (2025).

Peta diatas merupakan hasil pengolahan infrastruktur dan penggunaan lahan yang berada pada kelas bahaya sangat tinggi merupakan area yang dilalui oleh bandang dan kelas tinggi merupakan area limpasan genangan/ material bandang. Berikut hasil kalkulasi dampak bencana banjir bandang pada penggunaan lahan :

Tabel 5. Luas Penggunaan Lahan Terdampak Banjir Bandang

No.	Jenis Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
1.	Lahan Pertanian	128,06
2.	Lahan Terbangun	16,65

3.	Penggunaan Lainnya	9,34
Total		154,05

Sumber : pengolahan bahaya banjir bandang dan shapfile penggunaan lahan(2025).

Tabel di atas merupakan hasil identifikasi area terdampak banjir bandang pada penggunaan lahan berdasarkan tingkatan bahaya sangat tinggi dan tinggi, luasan penggunaan lahan terdampak keseluruhan 154,05.

Pembahasan

Pertama, Hasil deliniasi menunjukkan bahwa DAS Anai memiliki luas sekitar 703 km², namun tidak seluruh wilayah di Kecamatan X Koto dan Kecamatan Padang

Panjang Barat termasuk di dalam kawasan DAS Anai. Secara administratif yang termasuk dalam wilayah DAS Anai terdapat beberapa nagari di Kecamatan X Koto (Singgalang, Jaho, Panyalaian, Aia Angek, Koto Baru, Pandai Sikek, Koto Laweh) dan kelurahan di Kecamatan Padang Panjang Barat (Silaing Bawah, Silaing Atas, Kampung Manggis, Tanah Hitam, Pasar Usang, Bukit Surungan, Pasar Baru, Balai-Balai). Deliniasi lebih lanjut difokuskan pada wilayah kajian yang terdampak banjir bandang, berdasarkan hasil identifikasi, wilayah terdampak menunjukkan bahwa tidak seluruh wilayah pada administrasi Kecamatan X Koto dan Padang Panjang Barat mengalami dampak banjir bandang. Nagari yang terdampak bencana banjir bandang di Kecamatan X Koto yaitu Nagari Singgalang (Jorong Aie Mancua, Jorong Sikabu, Jorong Subarang, Jorong Koto, Jorong Solok dan Jorong Gantiang), Nagari Panyalaian (Jorong Pasar Rabaa dan Jorong Koto Tuo), Nagari Koto Laweh (Jorong Balai Gadang, Jorong Kandang Diguguak, Jorong Batu Panjang dan Jorong Pincuran Tujuh), Nagari Pandai Sikek (Jorong Pagu-Pagu, Jorong Baruah, Jorong Tanjung dan Jorong Koto Tinggi) dan Nagari Aie Angek (Jorong Kapalo Koto, Jorong Koto Nan Gadang dan Jorong Kandang Sampie). Kelurahan terdampak bencana banjir bandang di Kecamatan Padang Panjang Barat yaitu Kelurahan Silaing Bawah (RT I dan RT XX), Kelurahan Silaing Atas (RT II, RT IV, RT VI dan RT X),

Kelurahan Pasar Usang (RT XII) dan Kelurahan Bukit Surungan (RT VIII). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 8 tahun 2013 terkait detail dan akurat data, deliniasi dibatasi lagi berdasarkan pada aliran jaringan sungai yang membawa material banjir bandang yang bersumber dari longsor pada hulu Gunung Singgalang dan lahar dingin dari hulu Gunung Marapi. Merujuk kepada Buku Risiko Bencana Indonesia (RBI, BNPB., 2023) prinsip dari pembuatan Peta Bahaya Banjir Bandang, kombinasi tinggi genangan banjir bandang dengan lokasi dipilih berdasarkan daerah bahaya longsor di hulu sungai sebagai penyebab terjadinya banjir bandang. Hal ini juga sesuai dengan pernyataan (Mamengko, et al, 2022) banjir bandang diakibatkan adanya pembendungan dari aktivitas alam sebagai mana sesuai dengan kejadian yang melanda sungai Anai pada 11 Mei 2024, sehingga pemilihan jaringan sungai pada penelitian berdasarkan jaringan yang melintasi daerah terdampak banjir bandang.

Segmentasi dari jaringan terdampak bandang dapat diketahui dengan menentukan orde/ percabangan berdasarkan teori Strahler 1957, sesuai dengan pernyataan (Ivana et al., 2021) semakin banyak jumlah orde sungai akan semakin luas pula DAS nya dan akan semakin panjang alur sungainya, hal ini akan berdampak nantinya terhadap kejadian bencana. Berdasarkan hasil analisis diketahui sungai utama Anai berada pada orde

ke 3. Analisis *buffer* sungai dilakukan untuk menentukan area perlindungan di sekitar sungai berdasarkan kelas orde untuk memahami dinamika aliran dan potensi akumulasi material bandang, dengan jarak yang bervariasi. Penentuan area *Buffer* bersumber dari buku RBI, BNPB., 2023 menetapkan, jarak pada kiri kanan sungai yang berpotensi akan bahaya dari bencana banjir bandang yaitu \pm 750 meter dan 1.000 meter merupakan zona aman, namun pada penelitian ini *buffer* sungai berdasarkan orde dengan jarak orde 1 (50 M), orde 2 (75 M), dan orde 3 (200 M). Total luas area *buffer* mencapai 1.199,21 Ha. Sungai dengan ordo yang lebih tinggi biasanya memiliki aliran dan volume air yang lebih besar, sehingga dampak yang ditimbulkan juga besar dan sesuai dengan keadaan lapangan bahwasanya orde 1 pada hulu sungai memiliki lebar sungai yang kecil dan sungai utama sebagai orde ke 3 memiliki lebar yang cukup besar sehingga dampak aliran dan luapan banjir bandang juga luas.

Dalam penentuan ketinggian sungai merujuk pada (Silvia, 2024) pengolahan data spasial berupa *raster* untuk mengekstrak informasi topografi, data ini menjadi acuan dalam penentuan bahaya banjir bandang, dan sesuai juga dengan pernyataan (Farida & Dwangga, 2022) dengan menganalisis karakteristik fisik sungai dan DAS untuk menghasilkan bahaya dan dampak dari banjir bandang. Hasil analisis ketinggian sungai mengungkapkan bahwa wilayah

penelitian memiliki variasi elevasi yang signifikan. Kecamatan X Koto berada pada ketinggian 100-1300 MDPL, sementara Kecamatan Padang Panjang Barat berada pada 600-850 MDPL. Variasi elevasi ini berpengaruh langsung terhadap kecepatan aliran air dan potensi erosi dari banjir bandang.

Pemodelan bahaya banjir bandang menggunakan analisis *raster* dengan pendekatan asumsi ketinggian genangan 5 meter pada alur sungai, sesuai ketentuan BNPB dalam skema pemetaan bahaya banjir bandang tahun 2023. *Cost distance* diterapkan dengan menggunakan data asumsi genangan sebagai *source raster* dan ketinggian area *buffer* sungai terdampak sebagai *cost raster*. Merujuk kepada (Putra & Triyatno., 2022) Nilai *cost dist* 0,0000 ada dikawasan dengan elevasi terendah dan disekitar sungai memanjang dari hulu hingga hilir sungai. Hasil analisis *cost distance* menunjukkan nilai 0 untuk area yang digenangi pada alur sungai, dengan peningkatan nilai seiring dengan meningkatnya elevasi, yang mengindikasikan berkurangnya pengaruh aliran bandang.

Merujuk kepada (Wahyuni, 2021) representasi *linear* dengan kenaikan himpunan dimulai pada nilai *domain* yang memiliki derajat keanggotaan nol [0] bergerak ke kanan menuju ke nilai *domain* yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi [1]. Untuk mempertegas klasifikasi zona bahaya, analisis fuzzy membership dengan metode *linear* digunakan untuk mengkonversi nilai

cost distance ke rentang 0-1. Nilai 0 merepresentasikan area bahaya (terdampak langsung banjir bandang), nilai 1 merepresentasikan area aman, dan nilai antara 0-1 menunjukkan tingkat ketidak pastian dampak.

Merujuk kepada (Putra & Triyatno., 2022) setiap kelas memiliki perbedaan dampak akibat tinggi genangan banjir bandang. Berdasarkan analisis sampel titik terdampak dan *overlay orthofoto* terdampak Sungai Anai sebagai acuan, hasil analisis *fuzzy* diklasifikasikan dengan berdasarkan area terdampak pada lapangan dengan hasil nilai dalam rentang 0-0,07 diidentifikasi sebagai area yang terdampak aliran banjir bandang, sedangkan nilai lebih dari 0,08 merupakan daerah limpasan atau hantaman banjir bandang dan 0,025 merupakan zona aman banjir bandang. Visualisasi final bahaya banjir bandang diklasifikasikan menjadi empat tingkatan: sangat tinggi, tinggi, rendah, dan sangat rendah. Dari total area buffer seluas 1.199,21 hektar, distribusi klasifikasi menunjukkan dominasi zona sangat rendah dengan luasan 425,86 hektar. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun area *buffer* sungai cukup luas, zona dengan risiko bahaya tertinggi relatif terbatas dan terkonsentrasi pada lokasi-lokasi tertentu karena faktor geografis alur sungai.

Kedua, Berdasarkan kejadian, dampak yang ditimbulkan dari bencana banjir bandang salah satunya yaitu kerusakan pada

infrastruktur dan penggunaan lahan. Identifikasi terkait infrastruktur dan penggunaan lahan dilakukan pada zona *buffer* sungai terdampak banjir bandang. Jenis data infrastruktur terdiri dari bangunan (peribadatan, pelayanan, rumah, kios/ toko/ dan gedung), jembatan dan jalan (jalan arteri, kolektor, lokal dan lingkungan), untuk data penggunaan lahan terdiri dari pertanian (sawah, ladang dan kebun), lahan terbangun dan penggunaan lainnya (taman wisata alam, rekreasi dan komersial) diperoleh dari Dinas PUPR Kabupaten Tanah Datar dan Kota Padang Panjang dan *digitasi on-screen* pada *Basemap* Google Satelit untuk kedetailan data. Merujuk kepada (Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 6 Tahun 2008 tentang Pedoman Dana Siap Pakai) analisis komposisi yaitu analisis yang membandingkan nilai kejadian atau lokasi bencana dengan dampak yang dipilih. Analisa komposisi berguna untuk menunjukkan topologi bencana, dampak pada manusia (strategi kesiap siagaan), dampak pada perumahan (strategi pembangunan), dampak pada perekonomian dan dampak pada infrastruktur. Hasil identifikasi menunjukkan jumlah keseluruhan infrastruktur 1.637 unit, terdiri dari 1.484 bangunan (peribadatan, rumah, fasilitas umum), 27 jembatan, dan 126 jaringan jalan (arteri, lokal, lainnya). Penggunaan lahan yang diidentifikasi seluas 427,97 Ha, terdiri dari 351,09 Ha lahan pertanian (sawah, ladang dan kebun), 65,04 Ha

lahan terbangun, dan 11,84 hektar penggunaan lainnya (taman wisata alam, rekreasi dan komersial). Sebaran infrastruktur dan penggunaan lahan dianalisis lebih detail berdasarkan batasan administrasi terkecil (jorong/RT) untuk melihat detailnya pada area *buffer* jaringan sungai terdampak banjir bandang.

Penyusunan data infrastruktur dan penggunaan lahan terdampak banjir bandang diperoleh dari BPBD Kabupaten Tanah Datar dan Kota Padang Panjang, serta rekapitulasi pemerintah nagari/kelurahan terdampak. Data penggunaan lahan didasarkan pada kepemilikan Kartu Keluarga (KK) yang berdomisili pada administrasi pendataan. Merujuk kepada (Azizah et al., 2022) analisis kuantitatif deskriptif dilakukan untuk mengklasifikasikan risiko bencana berdasarkan probabilitas dan dampak. Hasil penyusunan data terdampak pada infrastruktur berjumlah 273 unit, terdiri dari 233 bangunan, 18 jembatan, dan 22 jalan, sedangkan pada penggunaan lahan terdampak sebanyak 702 KK, terdiri dari 396 KK lahan pertanian, 243 KK lahan terbangun, dan 63 KK penggunaan lainnya. Berdasarkan hasil tersebut menjadi acuan dalam proses identifikasi area terdampak banjir bandang melalui visualisasi SIG untuk menghasilkan pemetaan.

Merujuk kepada (Karina et al., 2020) Kajian mengenai analisis dampak bencana dilakukan dengan memanfaatkan perkembangan teknologi terkini yaitu Sistem Informasi Geografis (SIG),

Infrastruktur terdampak banjir lahar di Sub DAS Putih diperoleh dengan menggabungkan kedua data, yaitu data bahaya banjir lahar dengan data ketersediaan infrastruktur di wilayah kajian. berdasarkan penelitian penulis, data yang telah disusun divisualisasikan melalui pemetaan untuk mengetahui area yang terdampak banjir bandang. Teknik *overlay* digunakan untuk menggabungkan hasil klasifikasi bahaya banjir bandang dengan data infrastruktur dan penggunaan lahan pada area *buffer* sungai. Data kemudian di-*clip* berdasarkan kelas bahaya sangat tinggi dan tinggi, sehingga dapat dihitung luasan terdampak pada penggunaan lahan. Luas penggunaan lahan terdampak banjir bandang adalah 154,05 Ha, terdiri dari lahan pertanian: 128,06 Ha, lahan terbangun: 16,65 Ha, dan penggunaan lainnya: 9,34 Ha.

D. Kesimpulan

1. Berdasarkan pemetaan bahaya banjir bandang, jaringan sungai yang terdampak bersumber dari longsoran lereng Gunung Singgalang dan lahar dingin Gunung Marapi memengaruhi wilayah di Kecamatan X Koto (Nagari Pandai Sikek, Aie Angek, Panyalaian, Koto Laweh, Singgalang) serta Kecamatan Padang Panjang Barat (Kelurahan Bukit Surungan, Pasar Usang, Silaing Atas, Silaing Bawah). Analisis fuzzy mengklasifikasikan area terdampak menjadi tiga kategori: 0-0,07 (aliran banjir bandang),

>0,08 (limpasan/hantaman), dan >0,025 (zona aman). Hasil klasifikasi bahaya menunjukkan empat kelas dengan luas: sangat tinggi (240,18 Ha), tinggi (207,22 Ha), rendah (325,95 Ha), dan sangat rendah (425,86 Ha) dari total area buffer 1.199,21 Ha

2. Berdasarkan analisis infrastruktur dan penggunaan lahan terdampak banjir bandang, dari 1.637 unit infrastruktur teridentifikasi, sebanyak 273 unit terdampak, meliputi 233 bangunan dari 1.484 bangunan, 18 jembatan dari 27 jembatan, dan 22 ruas jalan dari 126 ruas jalan. Penggunaan lahan terdampak mencakup 702 KK, terdiri dari 396 KK di lahan pertanian, 243 KK di lahan terbangun, dan 63 KK pada penggunaan lainnya. Area buffer seluas 427,97 Ha terdiri dari 351,09 Ha lahan pertanian, 65,04 Ha lahan terbangun, dan 11,84 Ha penggunaan lainnya. Dari klasifikasi bahaya sangat tinggi dan tinggi, luas lahan terdampak banjir bandang adalah 154,05 Ha, terdiri dari 128,06 Ha lahan pertanian, 16,65 Ha lahan terbangun, dan 9,34 Ha penggunaan lainnya.

E. Daftar Pustaka

Aditya, R. (2024, 13 Mei). BMKG: Hujan Lebat Pemicu Banjir Lahar Hujan di Sumbar Masih Berpotensi untuk Sepekan ke Depan. BMKG. dari <https://www.bmkg.go.id/siar-an-pers/bmkg-hujan-lebat-pemicu-banjir-lahar-hujan-di->

[sumbar-masih-berpotensi-untuk-sepekan-ke-depan](#)

Azizah, M. A., Apriadi, R. K., Januarti, R. T., Winugroho, T., Yulianto, S., Kurniawan, W., & Widana, I. D. K. K. (2022). Kajian risiko bencana berdasarkan jumlah kejadian dan dampak bencana di Indonesia periode tahun 2010–2020. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(1), 35-40.

Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2008). *Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 6 Tahun 2008 tentang Pedoman Dana Siap Pakai*. Jakarta: Badan Nasional Penanggulangan Bencana.

Farida, A., & Dwangga, M. (2022). Potensi banjir bandang menggunakan analisis morfometri di daerah aliran sungai Klagison Kota Sorong. *Ecotrophic*, 16(1), 71-82. p-ISSN: 1907-5626, e-ISSN: 2503-3395.

Gulo, F. W. R. (2025). Peran Sistem Informasi Geografis untuk Pemetaan Bencana. *Jurnal Teknik Informatika*, Fakultas Teknik Informatika, Universitas Binasarana Informatika.

Ivana, R. N., Fatimah, E., & Azmeri. (2021). Potensi ancaman banjir bandang sub DAS Timang Gajah Kabupaten Bener Meriah dan Aceh Tengah. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan (JARSP)*, 5(1), 1-10.

Karina, V. I., Priyana, Y., Jumadi, S. S., & Anna, A. N. (2020). *Analisis Dampak Banjir*

- Lahar terhadap Infrastruktur di Sub DAS Putih Kabupaten Magelang* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Mamengko, D. V., Samberi, S., Auri, Y. F. A., Kusumo, P. A., Rohmala, F. K., Hemetang, A., & Wurarah, R. N. (2022). Analisis Ancaman Banjir Bandang Sungai Sanduai dan Anggris Distrik Wasior Kabupaten Teluk Wondama. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 13(3), 123-133.
- Purnawali, H. S., Hariyanto, T., dan Pratomo, D. G. (2018). Analisis Kerentanan Bencana Banjir di Kabupaten Sidoarjo dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh. Tesis. Program Magister Bidang Keahlian Teknik Geomatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Putra, A. H., & Triyatno. (2022). Analisis bahaya bencana banjir bandang dan kerentanan fisik di Nagari Guguak Sarai, Kecamatan Sungai Lasi, Kabupaten Solok. *Jurnal Buana*, 6(4), 1-12. E-ISSN: 2615-2630.
- Regina, O. (2024, 15 Mei). Banjir Besar Lembah Anai, Terjadi Sejak Zaman Kolonial. RRI. Diakses dari <https://rri.co.id/nasional/691349/banjir-besar-lembah-anai-terjadi-sejak-zaman-kolonial>
- Selvia, N. (2024, 13 Mei). Lembah Anai terpapar galodo. Padang Ekspres. Diakses dari [/2364646723/lembah-anai-terpapar-galodo](https://padek.jawapos.com/opini/2364646723/lembah-anai-terpapar-galodo)
- Silvia, A. L. (2024). Evaluasi Catchment Area Waduk Batutegi Terhadap Simpanan Air Waduk.
- Subhaktiyasa, P.G. (2024). Menentukan populasi dan sampel: Pendekatan metodologi penelitian kuantitatif dan kualitatif. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(4), 2721–2731.
- Sumbar, K. (2024, May 20). Tim Pemantau Udara UNP Dan APDI Sumbar Lacak Penyebab Banjir Bandang Dahsyat di Sungai Lembah Anai. Diakses dari <https://katasumbar.com/tim-pemantau-udara-unp-dan-apdi-sumbar-lacak-penyebab-banjir-bandang-dahsyat-di-sungai-lembah-anai/>
- Wahyuni, I. (2021). *Logika Fuzzy Tahani (Teori dan Implementasi)*. Jember: Komojoyo Press.
- Widodo, A. (2024, 13 Mei). Galodo/banjir bandang/banjir lahar hujan Sumatera Barat. Tunas Hijau. Diakses dari <https://tunashijau.id/galodo-banjir-bandang-banjir-lahar-hujan-sumatera-barat/>
-