

**KAJIAN MORPHOMETRI PADA SATUAN WILAYAH PENGELOLAAN DAS  
PRIORITAS DI KOTA PADANG (STUDI KASUS PADA DAS ARAU, DAS  
KURANJI, DAN DAS AIR DINGIN)**

**LUSI UTAMA**

Universitas Bung Hatta  
lusi\_utamaindo115@yahoo.co.id

**Abstract:** *In line with the sustainable development process, it is necessary to regulate activities with the main priority to re-create the ecological balance of the environment. The three rivers which were expected to receive rainfall, such as Batang Kuranji, Batang Arau and Batang Air Dingin, were unable to cope with the flooding. The hydrological conditions of the 3 watersheds are currently experiencing changes in hydrological characteristics which are marked by increased flood potential. This threat, apart from natural factors such as climate and extreme rainfall, can also occur due to human factors such as cultivating floodplain areas, land allocations in flood plains that are not in accordance with land functions. Changes in land use in an area can affect the function of the water system. This is in accordance with the opinion of Arsyad (2010), which states that any treatment given to a plot of land can affect the water system in that place and places downstream. From the above threat parameters, flooding is also strongly influenced by natural phenomena in the form of morphometry consisting of watershed area, watershed shape, river network, flow density, flow pattern, land use and river steepness gradient. For this reason, research on watershed morphometry needs to be carried out so that the causes of flooding in the watershed can be identified. Floods that occurred from 2016 to 2021, have harmed the community. By using Paimin's theory for morphometry, the ARC GIS program to determine the extent of flooding, as well as Thiessen's theory to determine rainfall and a rational theory to analyze discharge, it was obtained into 3, namely the Arau watershed, Kuranji watershed and Air Dingin watershed prone to flooding with the highest score due to the use of land.*

**Keywords:** *Morphometry, Rainfall, Land Use, Flooding, Watershed.*

**Abstrak:** Sejalan dengan proses pembangunan yang berkelanjutan, diperlukan upaya pengaturan terhadap kegiatan-kegiatan dengan prioritas utama untuk menciptakan kembali keseimbangan ekologis lingkungan. Tiga sungai yang diharapkan mampu menerima curah hujan seperti Batang Kuranji, Batang Arau dan Batang Air Dingin tidak mampu mengatasi banjir. Kondisi hidrologi ke 3 DAS ini saat sekarang mengalami perubahan karakteristik hidrologi yang ditandai dengan meningkatnya potensi banjir. Ancaman ini selain karena faktor alami seperti iklim dan curah hujan yang ekstrim dapat juga terjadi karena faktor manusia seperti pembudidayaan daerah dataran banjir, peruntukkan lahan di dataran banjir yang tidak sesuai dengan fungsi lahan. Perubahan penggunaan lahan di suatu wilayah dapat mempengaruhi fungsi tata air. Hal ini sesuai dengan pendapat Arsyad (2010), yang menyatakan bahwa setiap perlakuan yang diberikan pada sebidang tanah dapat mempengaruhi tata air di tempat tersebut dan tempat-tempat di hilirnya. Dari parameter ancaman diatas, banjir juga sangat dipengaruhi oleh fenomena alam berupa morphometri yang terdiri atas luas DAS, bentuk DAS, jaringan sungai, kerapatan aliran, pola aliran, penggunaan lahan dan gradien kecuraman sungai. Untuk itu penelitian tentang morphometri DAS perlu dilakukan agar penyebab banjir pada DAS dapat diketahui. Banjir yang terjadi dari tahun 2016 sampai tahun 2021, telah merugikan masyarakat. Dengan menggunakan teori Paimin untuk morphometri, program ARC GIS untuk mengetahui luasan banjir, serta teori Thiessen untuk menentukan curah hujan dan teori rasional untuk menganalisa debit, didapat ke 3 yaitu DAS Arau, DAS Kuranji dan DAS Air Dingin rawan banjir dengan skor tertinggi disebabkan akibat penggunaan lahan.

**Kata Kunci:** Morphometri, Curah Hujan, Penggunaan Lahan, Banjir, DAS

## A. Pendahuluan

Sejalan dengan proses pembangunan yang berkelanjutan, diperlukan upaya pengaturan dan pengarahan terhadap kegiatan-kegiatan yang dilakukan, dengan prioritas utama untuk menciptakan kembali keseimbangan ekologis lingkungan. Nursidah (disertasi, 2012), Pemerintah melalui instansi terkait telah melakukan konservasi tanah dan air sejak tahun 1970-an, tapi kerusakan DAS terus meningkat. Tercatat, pada tahun 1992, 39 DAS yang rusak, tahun 1999 menjadi 62 DAS, dan tahun 2006 sebanyak 282 DAS perlu direhabilitasi. Saat ini diperkirakan DAS kritis telah meningkat menjadi 458 DAS (Paimin et al., 2009). Rusaknya DAS dapat terlihat dari menurunnya kemampuan lahan dalam menyerap air saat hujan, yang mengakibatkan terganggunya siklus hidrologi. Akibatnya mudah terjadi banjir dan longsor serta kekeringan pada musim kemarau (Bruijnzeel, 1985). Terdapat 3 DAS yang sering banjir yaitu DAS Arau, DAS Kuranji dan DAS Air Dingin yang dapat disebut DAS prioritas. Susetyo D.P, 2021, DAS prioritas ditentukan oleh parameter luas lahan kritis, luas kawasan hutan, luas tutupan lahan, dan kepadatan penduduk, yang berakibat terjadinya banjir. Menurut pemerintah, tujuan pemberian nama prioritas adalah sebagai suatu urutan klasifikasi kerusakan lingkungan suatu DAS untuk memudahkan penanganan pemulihannya.

Tercatat pada tanggal 17 Juni 2016, ribuan rumah terendam banjir, serta menyebabkan Rumah Sakit Umum Daerah Rasidin Kota Padang yang berada di bypass mengevakuasi seluruh pasien, 1 Juni 2017 (Liputan 6), terjadi longsor di Bukit Batang Bungo Kelurahan Mata Air kota Padang yang mengakibatkan puluhan rumah tertimbun longsor, 10 September 2017, banjir terjadi setinggi 30-50 cm dan banjir yang sama juga terjadi 26 September 2018, daerah ini merupakan komplek perumahan Jondul Rawang, Lubuk Begalung, Pegambiran Bypass yang padat penduduk. Banjir terbesar terjadi pada tanggal 2 November 2018. mengakibatkan hanyutnya satu jembatan Dinas PU Kota Padang yang masih dalam proses pengerjaan. Banjir ini berakibat sekitar 1.600 rumah terendam air (BWS V). 17 Januari 2020, putusnya jalan akibat longsor yang terjadi di daerah Korong Batu Taba (Liputan 6), 9 Januari 2021 (Liputan 6), di kota Padang terjadi banjir di daerah Jondul Rawang, Bungus Teluk Kabung dan Siteba Nanggalo dengan ketinggian banjir 50 – 100 cm. 29 September 2021 (Padang Ekspres), terjadi banjir dan longsor di daerah Jondul Rawang setinggi 1 m, 7 anak hanyut akibat meluap debit di Sungai Tarantang Lubuk Kilangan, serta di Makam Syech Burhanuddin pohon tumbang yang mengakibatkan 30 rumah roboh, 2 warga luka parah dan 1 warga tewas. Tanggal 29 Oktober 2021, banjir mengakibatkan 12 orang terjebak di Koto Tengah kota Padang. Seluruh peristiwa ini terdampak dari 3 DAS yaitu DAS Arau, DAS Kuranji dan DAS Air Dingin.

Berd, Isril (Ketua Forum DAS Kota Padang dalam Koran Singgalang), 2021, mengatakan bahwa terdapat 5 DAS di Sumatera Barat yang memprihatinkan yaitu DAS Arau, DAS Kuranji, DAS Air Dingin, DAS Timbulun dan DAS Kandis. Ke 5 DAS ini menyebabkan terjadinya banjir, longsor dan kekeringan. Kondisi musibah yang semakin tinggi setiap tahun, perlu dilakukan penyebab banjir, longsor dan kekeringan yang terjadi. Banjir adalah salah satu bencana alam yang menjadikan kondisi daratan tergenang oleh aliran air dalam volume yang berlebihan (<https://www.kompas.com,scola>, 2021). Banjir terjadi karena rusaknya lingkungan Daerah Aliran Sungai (DAS). Wiersum (1979) DAS merupakan areal yang menampung, menyimpan, dan mengalirkan air hujan yang jatuh di atasnya, baik dalam bentuk aliran permukaan, aliran bawah permukaan, dan aliran air bawah tanah ke sungai yang akhirnya bermuara ke danau atau laut. Areal ini dipisahkan dengan areal lain oleh pemisah topografi yaitu punggung bukit dan keadaan geologis lainnya terutama formasi batuan.

Kondisi DAS yang rusak mengakibatkan ketersediaan air dalam DAS berkurang. Ketersediaan air yang menurun disebabkan karena ekosistem DAS terganggu. Masalah yang perlu ditinjau adalah seberapa besar DAS sebagai suatu sistem hidrologi berperan dalam mengatur tata air sehingga ketersediaan air dalam DAS dapat terdeteksi dengan baik. Ketersediaan air suatu DAS sangat membantu dalam mempelajari tata air DAS, khususnya yang menyangkut jumlah air yang menjadi limpasan dan jumlah air yang masuk ke dalam tanah atau tertahan oleh vegetasi. Hal ini sangat berguna dalam usaha pengelolaan DAS untuk konservasi. Pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam mengendalikan hubungan timbal

balik antara sumber daya alam dengan manusia, dengan tujuan membina kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatkan kemanfaatan sumber daya alam untuk mengurangi akibat banjir yang terjadi. Unsur-unsur yang terdapat di dalam DAS meliputi sumberdaya alam dan manusia. Sumberdaya alam terdiri dari tanah, vegetasi, dan air, sedangkan unsur manusia sebagai subjek pelaku pendayagunaan air yang banyak melakukan perubahan pada tanah dan vegetasi. Unsur alam dan manusia yang disebut morphometri. Morphometri DAS merupakan suatu cara untuk mengetahui nilai kuantitatif jaringan sungai. Nurfaika, 2015, bahwa parameter morphometri DAS berupa kemiringan DAS, gradien sungai, kelerengan, bentuk DAS, tinggi genangan, besarnya curah hujan, kerapatan aliran, dan penggunaan lahan. Penulisan ini akan mengkaji nilai morphometri sungai pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Batang Arau, Batang Kuranji, dan Batang Air Dingin.

## B. Metodologi Penelitian

Metodologi Penelitian yang digunakan untuk melihat tujuan yang hendak dicapai dalam penulisan ini adalah penentuan faktor-faktor terjadinya banjir pada daerah studi ditinjau dari morphometri. Dari kesatuan morphometri akan terlihat bentuk DAS. Dari bentuk DAS akan dapat diprediksi apakah DAS dalam keadaan “sangat rawan, rawan, dan tidak rawan terhadap banjir pada DAS Arau, DAS Kuranji dan DAS Air Dingin.

## C. Hasil dan Pembahasan

Dari teori, dan menpedomani Tabel 3 dan Tabel 4, dianalisa skor dan morphometri masing-masing DAS sebagai berikut:

### DAS Arau

Berdasarkan hasil perhitungan panjang dan kelas Orde sungai, maka diperoleh hasil jumlah dan panjang kelas orde sungai-sungai pada wilayah DAS Arau sebagai mana tabel dibawah ini:

### Kelerengan

Tabel 1. Fisiografi Jaringan Sungai DAS Batang Arau

DAS Arau	Jumlah	Total Panjang (km)
1	135	174,21
2	58	56,97
3	44	68,23
4	16	18,76
5	10	6,09
<b>TOTAL</b>	<b>263</b>	<b>324,26</b>

Luas DAS Arau = 203,04 km<sup>2</sup>

Panjang Sungai DAS Arau = 24,85 km

Kelerengan/Gradien

$Su = (h_{85} - h_{10})$

(0,75 Lb)

Keterangan :

Su = Kemiringan Alur Sungai Utama

h<sub>10</sub> = Ketinggian titik yang terletak pada jarak 0,10 Lb

h<sub>85</sub> = Ketinggian titik yang terletak pada jarak 0,85 Lb

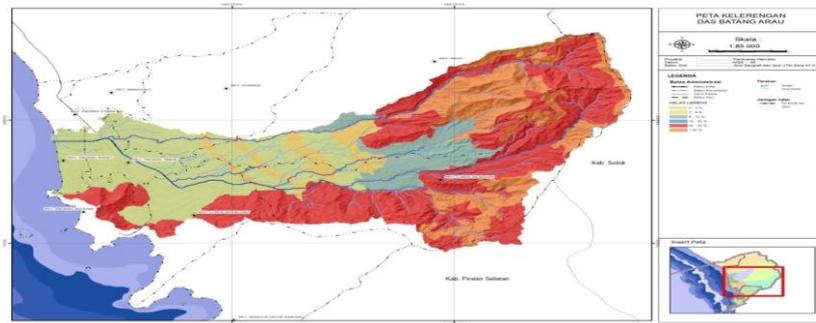
Lb = Panjang Alur Sungai Utama

h<sub>85</sub> = 160 m

h<sub>10</sub> = 10 m

h<sub>85</sub>-h<sub>10</sub> = 160-10 = 150 m atau 0,15 km

$Su = \frac{0,15}{24,85} = 0,006036217$  atau 0,6036217 % (>0,5 % agak rendah) skor 2



Gambar 1. Peta kelerenguan DAS Arau

**Bentuk DAS (Rc)**

Bifurcation Ratio (Rb)/Ordo DAS Arau

Tabel 2. Tabel Ordo (Rb)

Orde	Nu	Nu/(Nu + 1)
1	135	0,99
2	58	0,98
3	44	0,98
4	16	0,94
5	10	0,91
Σ	<b>263</b>	4,80

$$Rb = \frac{Nu}{(Nu + 1)}$$

Rbtotal =4,80 (ordo 5)

maka

$$WRb = \frac{\sum Rb u/u + 1 (Nu + Nu + 1)}{(Nu)}$$

$$WRb = \frac{4,80 \times (263 + 264)}{263}$$

$$WRb = \frac{4,80 \times 527}{263}$$

$$WRb = \frac{2529,60}{263}$$

$$WRb = 9,62$$

Circularity Ratio (Rc)

$$Rc = \frac{4\pi A}{P^2}$$

$P^2$

$$A = 203,04 \text{ Km}^2$$

$$P = \text{keliling DAS} = 98,19 \text{ km}$$

$$Rc = \frac{A}{Ac}$$

$$Ac = \pi r^2$$

$$2\pi r = \text{keliling DAS}$$

$$r = \frac{98,19}{2 \times 3,14}$$

$$r = \frac{98,19}{6,28} = 15,63 \text{ km}$$

$$Ac = \pi r^2$$

$$= 3,14 \times (15,63)^2$$

= 767,09 km

Maka

$$Rc = \frac{A}{Ac} = \frac{203,04}{767,09} = 0,26 \text{ (Agak lonjong termasuk ordo 2)}$$

Pola aliran DAS Arau dendritik

### Kerapatan Sungai (Dd)

Untuk Panjang total Sungai = 324,26 km dan Luas DAS Arau 203,04 km<sup>2</sup>

Kerapatan sungai:  $Dd = L/A$

dimana:

Dd = indeks kerapatan sungai (km/km<sup>2</sup>)

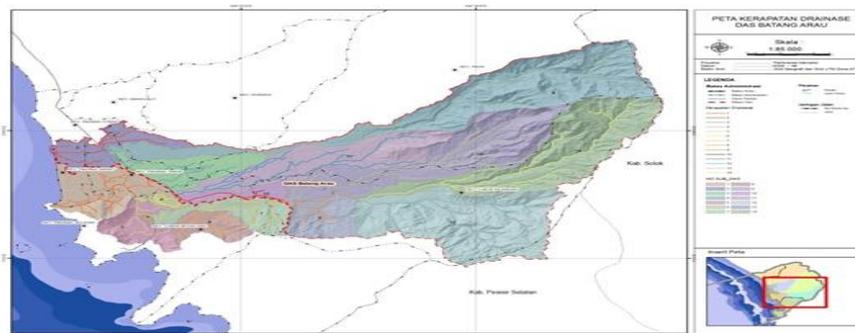
L = jumlah panjang sungai termasuk anak-anak sungainya

A = Luas DAS (km<sup>2</sup>)

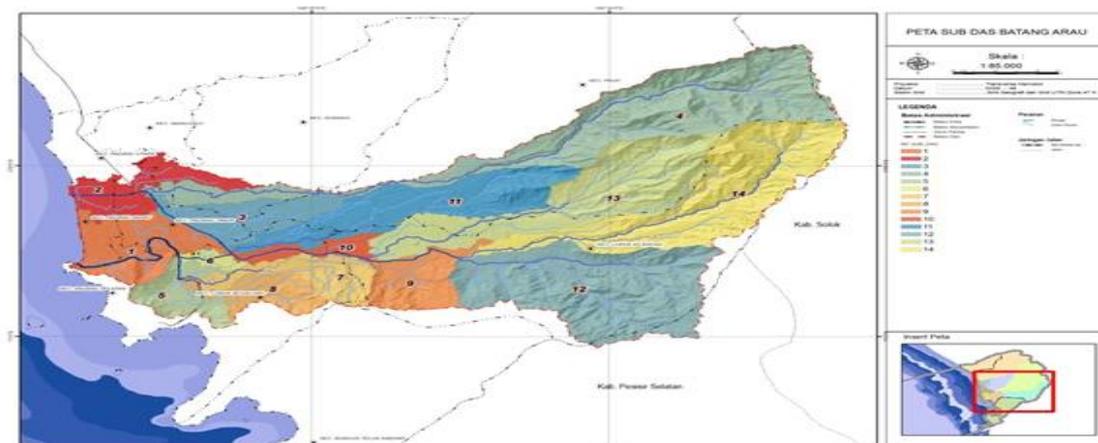
Adapun karakteristik dari nilai indeks kerapatan sungai (Dd) yaitu =  $324,26/203,04$

Dd = 1,60

Dengan Kerapatan drainase = 1,60, berdasar Tabel 2 termasuk kelas kerapatan sedang, kategori agak jarang, skor 2



Gambar 2. Peta Kerapatan Drainase



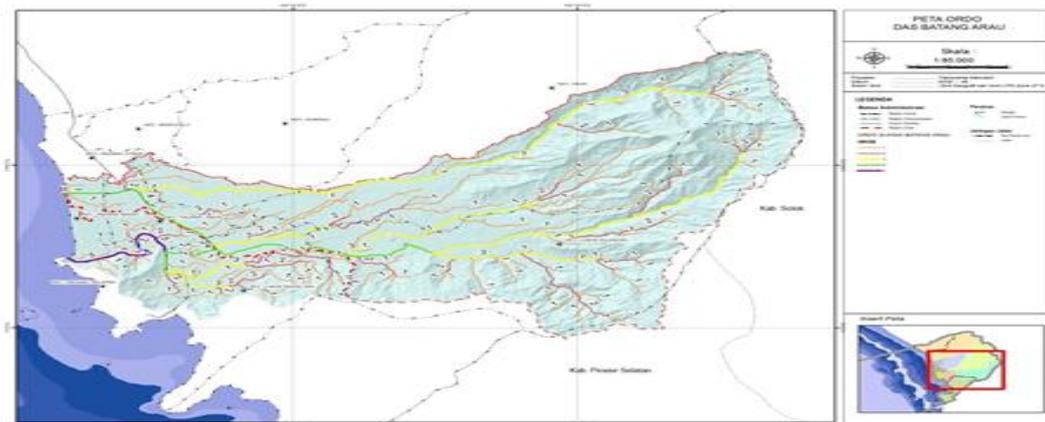
Gambar 3. Peta SUB DAS Arau

### Rasio frekuensi orde sungai (F)

Jumlah keseluruhan orde sungai = 263

Luas DAS = 203,04 Km<sup>2</sup>

$$F = \frac{\text{jumlah keseluruhan orde}}{\text{luas DAS}} = \frac{263}{203,04} = 1,29$$



Gambar 4. Peta Ordo sungai

**Kelerengan (%)**

Tabel 3. Kelerengan DAS Arau

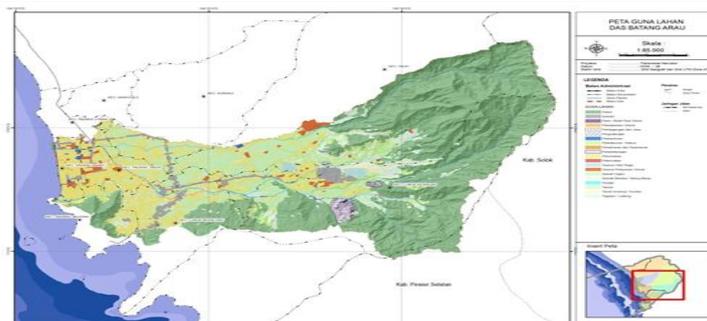
DAS Arau	Luas (203,01km <sup>2</sup> )	Luas (20203,62ha)
0 - 3 %	55,21	5522,76
3 - 8 %	10,93	1094,58
8 - 15 %	16,47	1648,17
15 - 25 %	0,03	2,77
25 - 45 %	83,27	8325,66
> 45 %	37,1	3709,68

Dari kelerengan yang terbesar pada 25 – 45% dengan luas 83,27 km<sup>2</sup> (skor 1) dan 0 – 3% dengan luas 55,21km<sup>2</sup> (skor 5). Rata-rata skor kelerengan 3

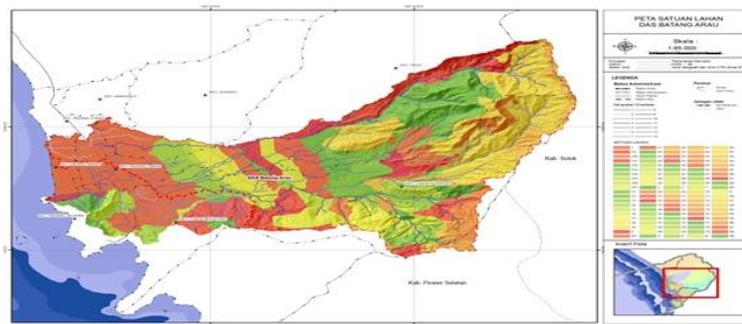
**Penggunaan Lahan**

Tabel 4. Penggunaan Lahan

DAS Arau	Penggunaan lahan	Luas (Km2)	SKOR
	Bettingisik	0,12	3
Hutan	122,5	2	
Kebun	5,09	3	
Ladang	0,01	3	
Lahan Kosong	2,14	3	
Permukiman	50,58	5	
Sawah	22,66	4	
Semak/Belukar	3,7	3	
			Rata-rata=3.25



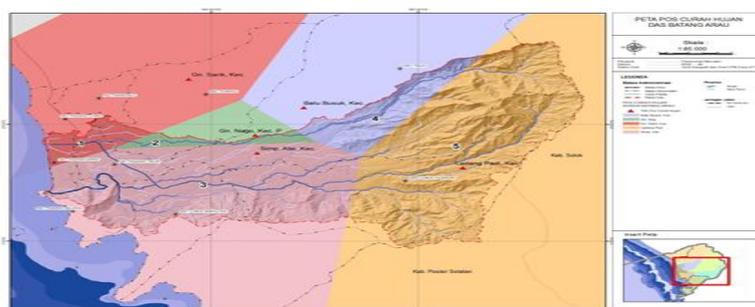
Gambar 5. Peta penggunaan lahan



Gambar 6. Peta Satuan Lahan

**Curah hujan:**

Dari Stasiun pencatatan curah hujan : Batu Busuk, Gunung Nago, Gunung Sarik dan Ladang Padi, dan Simpang Alai curah hujan harian maksimum adalah 210 mm, termasuk skor 5



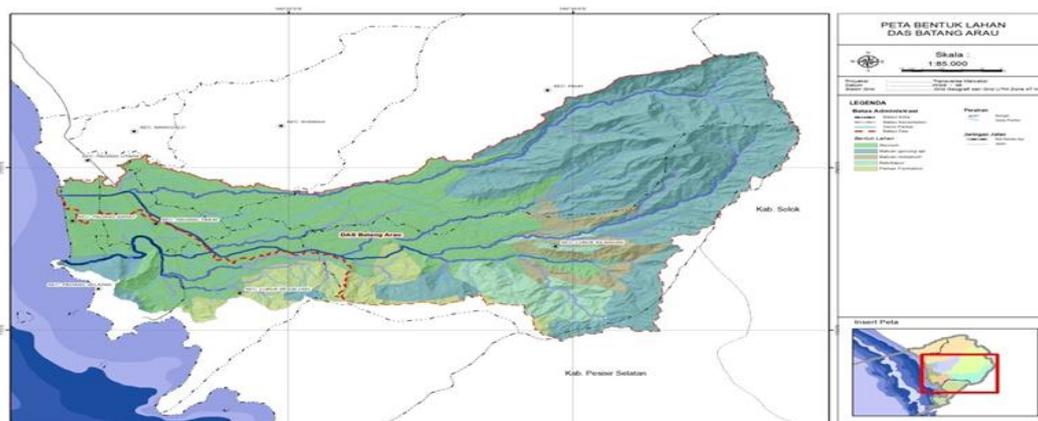
Gambar 7. Peta Pos Curah Hujan

**Bentuk lahan**

Bentuk lahan adalah bentuk permukaan bumi yang merupakan faktor penentu banjir. Bentuk lahan yang datar akan lebih besar kerawanan banjir dibanding lahan yang berbukit, berlereng terjal. Bentuk lahan DAS Arau adalah:

Tabel 5. Bentuk Lahan

No	Bentuk lahan	Luas (km <sup>2</sup> )	Skor
1	Dataran aluvial	55,58	1,36
2	Dataran teras (lereng < 3%)	26,08	0,51
3	Kipas dan lahar	37,31	0,37
4	Pegunungan	33,09	0,16
5	Perbukitan	50,96	0,04
	Total		2,44



Gambar 8. Peta Bentuk Lahan

### Tinggi Genangan

Menghitung debit Batang Arau

R = curah hujan = 128,88 mm. Luas catchment area (A) = 203,04 km<sup>2</sup>

Intensitas hujan (I) = 28,08 mm/jam. Debit dengan menggunakan rumus rasional:

$Q = 0,278 \cdot I \cdot A = 317 \text{ m}^3/\text{detik}$

lebar rata-rata 54 m, kedalaman air Batang Arau = 2.06 m

Penampang hilir berbentuk trapesium  $A = (b + h) \cdot h$

Sudut kemiringan sungai = 45°.  $P = \text{keliling basah} = b + 2hV^2$   $R = A/P$

koefisien kekasaran = 0,050 =  $\gamma$  Besar koefisien Chezy :  $C = 87/(1 + \gamma/VR)$   $V = CVRS$

Tabel 10. Debit DAS Arau

h (m)	A (m <sup>2</sup> )	P	R	VR	$\gamma/VR$	VRS	C	V	Q
1	55	56.8	0.97	0.98	0.05	0.09	82.86	7.46	410.16
0.8	43.26	56.24	0.77	0.88	0.06	0.08	82.07	6.57	284
0.9	49.41	56.52	0.87	0.93	0.053	0.093	82.62	7.68	379

Untuk debit  $Q = 317 \text{ m}^3/\text{detik}$ , maka nilai  $y = 0,85$  meter, sedang kedalaman sungai rata-rata = 2.06 m, maka tidak terjadi banjir di daerah tengah dan hilir Batang Arau. Tapi akibat rendahnya kedalaman air, kecepatan air di Batang Arau menjadi rendah, sehingga terjadi proses sedimentasi (Skor 5)

Tabel 6. Morphometri DAS Arau

Parameter	Skor	Total
Kelerengan = 0,6 % (daerah rendah)	2	
Rc = 0,26 (bentuk DAS) agak lonjong	2	
Kerapatan drainase Dd = 1.60 (agak jarang)	2	
Lereng (%) (terjal)	3	24.69 = 25
Penggunaan lahan (sedang)	3.25	Rawan banjir
Curah hujan ((tinggi)	5	
Bentuk lahan (agak rendah)	2.44	
Tinggi genangan (tinggi)	5	

Pada Tabel 6. terlihat bahwa nilai morphometri menunjukkan DAS Arau menurut Tabel 3. berada pada daerah rawan banjir. Parameter morphometri penyebab banjir pada DAS ini adalah akibat intensitas curah hujan dan penggunaan lahan. Dalam hal ini diharapkan penggunaan lahan harus mempertahankan daerah hijau.

### DAS Kuranji

Analisa yang sama untuk DAS Kuranji dan DAS Air Dingin didapat:

Tabel 7. Morphometri DAS Kuranji

Parameter	Skor	Total
Kelerengan = 0,27 % (daerah rendah)	1	
Rc = 0,24 (bentuk DAS) agak lonjong	2	
Kerapatan drainase Dd = 1.82 (agak jarang)	2	
Lereng (%) (terjal)	3	22,96 = 23
Penggunaan lahan (sedang)	3.44	Rawan banjir
Curah hujan (tinggi)	5	
Bentuk lahan (sedang)	2,51	
Tinggi genangan ((agak tinggi)	4	

Pada Tabel 7. terlihat bahwa nilai morphometri menunjukkan DAS Kuranji menurut Tabel 3. berada pada daerah rawan banjir. Parameter morphometri penyebab banjir pada DAS ini adalah akibat intensitas curah hujan dan penggunaan lahan. Dalam hal ini diharapkan penggunaan lahan harus mempertahankan daerah hijau.

## DAS Air Dingin

Tabel 8. Morphometri DAS Air Dingin

Parameter	Skor	Total
Kelerengan=0, 4% (daerah rendah)	1	
Rc = 0,22 (bentuk DAS) agak lonjong	2	
Kerapatan drainase (Dd = 1,16) agak jarang	2	
Lereng (terjal)	3	23,09= 23
Penggunaan lahan (sedang)	3,57	Rawan banjir
Curah hujan (tinggi)	5	
Bentuk lahan (sedang)	1,52	
Tinggi genangan (tinggi)	5	

Pada Tabel 13. terlihat bahwa nilai morphometri menunjukkan DAS Air Dingin menurut Tabel 3. berada pada daerah rawan banjir. Parameter morphometri penyebab banjir pada DAS ini adalah akibat intensitas curah hujan dan penggunaan lahan. Dalam hal ini diharapkan penggunaan lahan harus mempertahankan daerah hijau.

## D. Penutup

Dengan mengetahui parameter morphometri ke 3 DAS prioritas ini, disimpulkan bahwa ke 3 DAS berada pada kategori rawan banjir. Banjir yang terjadi selama ini yang diperkirakan akibat intensitas hujan yang tinggi, ternyata dipengaruhi oleh perilaku manusia dalam mengatur penggunaan lahan (skor tertinggi) untuk DAS Arau dengan skor 3,25, DAS Kuranji dengan skor 3,44 dan DAS Air Dingin dengan skor 3,57. Untuk itu perlu dilakukan pengaturan penggunaan lahan berupa pengaturan persentase luas lahan hijau, luas pemukiman serta melaksanakan aturan terhadap larangan aktifitas *illegal logging*. Klasifikasi kerusakan lingkungan 3 DAS prioritas ini adalah penanganan pemulihan pada penggunaan lahan.

## Daftar Pustaka

- Akbar, 1984, *Arahan Pengendalian Banjir berbasis GIS di Kecamatan Sinjai Utara Kabupaten Sinjai, Tinjauan terhadap Flood Susceptibility and Hazard Survey of The Kudus Prawata Welahan Area*, Central Java, Indonesia, Jurnal.
- Arsyad, S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Buku. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Asdak C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Yogyakarta.
- Berd, Isril, 2021, *DAS Di Sumatera Barat Yang Memprihatinkan*, <http://hariansinggalang.co.id>.
- Bruijnzeel dalam Van Zuidam, R. A. (1985), *Aerial Photo-Interpretation In Terrain Analysis and Geomorphologic Mapping*. International Institute for Aerospace Surveys and Earth Sciences (ITC). Smith Publishers. Netherland.
- Nurfaika, 2015, *Analisis Karakteristik Morphometri DAS melalui Pemanfaatan Penginderaan Jauh dan SIG*, penelitian, Universitas Negeri Gorontalo
- Nursidah, 2012, *Pengembangan Institusi untuk Membangun Kemandirian dalam Pengelolaan DAS Terpadu (Studi kasus pada Satuan Wilayah Pengelolaan DAS Arau Sumatera Barat)*, disertasi S3, IPB Bogor.
- Paimin et all, 2009, *Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor*, Balai Penelitian Teknologi Kehutanan, Pengelolaan DAS Surakarta
- Rahayu. Dkk. 2009, *Banjir dan Upaya Penanggulangannya*. Bandung : Pusat Mitigasi Bencana (PMB-ITB).
- Ridwan, A, 2018, *Pengelolaan DAS*, Fakultas Pertanian, Lampung, Diklat.
- Soewarno, 1991, *Hidrologi: Pengukuran dan Pengolahan Data Aliran Sungai (Hidrometri)*. Nova.Bandung.
- Susetyo D.P, 2021, *Pentingnya DAS Prioritas bagi Kita*, tulisan.
- Wiersum, 1979, *Pengelolaan DAS*, <http://repository.lppm.unila.ac.id>, diklat