

PERUBAHAN LAHAN KRITIS MENJADI LAHAN HIJAU SEBAGAI SUMBER ENERGI (STUDI KASUS DAS ARAU KOTA PADANG)

Lusi Utama¹, Zuherna Mizwar¹, Eko Prayitno¹

¹Dosen, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,
Universitas Bung Hatta

Korespondensi : lusi_utamaindo115@yahoo.co.id

ABSTRACT

Critical land occurs due to land degradation which can lead to a decrease in land quality. This decline in quality has an impact on the state of the soil in the form of drought, continuous waterlogging and soil erosion, which results in flooding. This study examines the flood control model by analyzing the area of critical land into green land. The city of Padang from 2008 - 2020 often floods. From research on the Arau watershed in Padang city, it was found that 8 SUB watersheds of Arau experienced flooding. To reduce flooding, the use of critical land is converted into green land. Calculation of rainfall using rain data from 5 stations. Rainfall plan using Thiessen theory. Plan debit using a rational formula. The discharge due to the use of critical land is 37.81 m³/second. The energy generated from this discharge is 168,960 kWh.

Keywords: flood, critical land, green land, discharge, energy.

1. PENDAHULUAN

Banjir diartikan berupa aliran air yang lebih besar dari kondisi normal yang dapat diakibatkan oleh hujan dalam waktu yang relatif lama sehingga menyebabkan limpasan air yang tidak dapat ditampung oleh sungai [1], [2]. Banjir banyak terjadi pada Daerah Aliran Sungai (DAS) yang ada di Indonesia. Peristiwa banjir terjadi akibat adanya interaksi berbagai faktor penyebab, baik yang bersifat alamiah maupun oleh ulah manusia [3]. DAS merupakan tempat berkumpulnya air hujan ke sistem sungai, yang akan mempengaruhi bentuk pola aliran sungai. Bentuk DAS akan mempengaruhi konsentrasi air hujan menuju outlet. Lahan kritis adalah lahan yang fungsinya kurang baik sebagai media produksi, baik untuk menumbuhkan tanaman yang dibudidayakan maupun yang tidak dibudidayakan [4]. Lahan kritis di Indonesia umumnya disebabkan oleh degradasi lahan. Degradasi lahan adalah menurunnya kualitas lahan. Para ahli menyebutkan degradasi lahan adalah proses di mana kondisi lingkungan biofisik berubah. Degradasi lahan terjadi akibat faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam berupa kekeringan, genangan air yang terus menerus dan erosi

tanah. Faktor manusia berupa penggunaan lahan yang berubah fungsi sehingga tidak sesuai dengan peruntukannya, serta pencemaran bahan kimia yang berakibat rusaknya material, dimana material tidak dapat terurai. Penelitian tentang perubahan penggunaan lahan yang menyebabkan banjir pada DAS telah dilakukan oleh Aprozon [5], Stevanny [6], Utama [7], menjelaskan bahwa penurunan luas hutan dan peningkatan lahan kritis berupa tegalan, lahan terlantar, lahan tambang, dan pemukiman pada sub DAS Arau menyebabkan peningkatan jumlah aliran permukaan yang diindikasikan dengan peningkatan aliran permukaan (banjir). Disimpulkan bahwa penurunan lahan hijau meningkatkan jumlah aliran permukaan serta perlunya menerapkan konservasi tanah dan air. Penentuan lahan Kritis dapat ditentukan berdasar peta citra yang dioverlay dengan program *ARC GIS X*, dimana pada peta tersebut akan menghasilkan luas dari kekritisian lahan.

Selain itu, menurut Wahyu, HD [8] pada Sub DAS Arau ini, kriteria lahan kritis dapat diklasifikasi berdasarkan: pengurangan luas penggunaan lahan karena illegal logging, peningkatan penduduk yang mengubah hutan menjadi pemukiman, lahan pertanian, lahan

industri dan perkantoran, berakibat fungsi hutan sebagai penahan aliran permukaan menurun. Dari penelitian Utama, L dkk [7] lahan kritis pada Sub DAS Arau disebabkan oleh morphometri yang dianalisa berdasar skor. Penelitian untuk lahan kritis yang dapat dikonversi menjadi lahan hijau dan akhirnya akan memebanyak debit akibat konversi lahan, masih belum dilakukan. Kebijakan UU RI No.26 Tahun 2007 [8] dan Permen PUPT no.39 [9], hanya mengatur tentang Penataan ruang terbuka hijau yaitu bahwa proporsi ruang terbuka hijau pada wilayah kota paling sedikit 30 (tiga puluh) persen harus berupa lahan hijau. Masa covid 19 dimana tingginya angka pengangguran, yang menyebabkan sulitnya ekonomi yang dibutuhkan yang berdampak kesulitan pada pembayaran kebutuhan pada pemakaian energi listrik, yang menjadi kebutuhan primer bagi masyarakat. Pada penelitian ini akan ditentukan besarnya proporsi luas lahan hijau yang dapat dikonversi dari luas lahan kritis . Konversi lahan kritis ini diharapkan akan meningkatkan debit air yang dapat menghasilkan pertambahan energi, sehingga akan meningkatkan energi listrik untuk masyarakat.

Berbagai penelitian yang dilakukan terhadap DAS Arau yang mengakibatkan banjir [6], [7], [10], [11]: Faktor berubahnya fungsi lahan, serta berkurangnya lahan hijau akibat pembangunan pemukiman yang disebabkan pertambahan jumlah penduduk. Akibat ketidaksesuaian tata guna lahan, diperlukan pemanfaatan lahan melalui kajian luas dan jenis penggunaan lahan yang dapat mengurangi banjir. Adapun parameter penting adalah penatagunaan lahan pada DAS agar dapat mengurangi bencana banjir. Penelitian ini hanya mengkaji debit yang dihasilkan dari konversi lahan kritis menjadi lahan hijau, tidak menganalisa tentang pembangunan dan posisi PLTA. Spesifikasi dari permasalahan yang akan dikaji adalah:

- Bagaimana bentuk kesesuaian tata guna lahan saat ini terhadap debit yang dihasilkan?
- Besarnya debit yang dihasilkan oleh lahan kritis.
- Besarnya energi yang dihasilkan akibat konversi lahan kritis menjadi lahan hijau yang akan berpengaruh terhadap peningkatan debit dan energi.

2. STUDI PUSTAKA

2.1 Pengertian Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu daerah tertentu yang bentuk dan sifat alaminya sedemikian rupa, sehingga merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anaknya yang fungsinya untuk menampung air yang berasal dari curah hujan dan sumber air lainnya dan kemudian mengalirkannya melalui sungai utamanya (*single outlet*). DAS biasanya dibagi menjadi tiga bagian yaitu daerah hulu, tengah, dan hilir [9]. Sebuah DAS yang besar dapat dibagi menjadi Sub DAS-Sub DAS yang lebih kecil. Sub DAS adalah bagian DAS yang menerima air hujan dan mengalirkannya melalui anak sungai ke sungai utama Ekosistem DAS hulu merupakan bagian yang penting karena mempunyai fungsi perlindungan terhadap seluruh bagian DAS [12], [13], [14]. Faktor utama kerusakan DAS ditandai dengan menurunnya kemampuan penyimpanan air yang menyebabkan tingginya debit banjir sungai-sungai nya. Adapun faktor penyebab lainnya adalah; rusaknya tutupan vegetasi, penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan peruntukannya, kemiringan yang terlalu tajam, dan penerapan teknologi pengelolaan lahan DAS yang tidak tepat.

2.2 Proses Hidrologi

Menurut Asdak [3] dan Utama [15], siklus hidrologi atau daur hidrologi adalah peristiwa penguapan air laut, air sungai, air danau dan air yang terdapat di permukaan bumi akibat sinar matahari. Air menguap karena adanya radiasi matahari menjadi awan. Awan yang terjadi bergerak ke atas daratan karena tertiuip angin. Adanya perbedaan tekanan udara di atas muka bumi, awan bergerak dan terus berjalan. Dan sampai pada tempat tertinggi, awan tersebut menjadi jenuh.

Pada keadaan terlalu jenuh, awan akan jatuh berupa titik air yang disebut dengan hujan (*presipitasi*). *Presipitasi* yang terjadi dapat berupa hujan, salju, hujan es dan embun. Hujan yang jatuh ke permukaan tanah, sebagian akan menimbulkan limpasan permukaan yang disebut *run off*. Sebagian hujan akan masuk ke dalam tanah yang disebut *infiltrasi* (air hujan yang terserap ke dalam tanah karena sifat tanah yang *permeable*). Di dalam tanah air hujan itu bergerak yang disebut dengan *perkolasi*. Air di dalam tanah ini bergerak perlahan-lahan

menembus *aquifer-aquifer* dinding sungai. Air yang menembus dinding sungai akan menjadi air sungai. Proses ini akan terus terjadi selama bumi berputar pada porosnya. Peristiwa *evaporasi* (penguapan), akan terjadi lagi.

2.3 Curah Hujan (*Presepitasi*)

Presipitasi adalah peristiwa jatuhnya cairan dari atmosfer ke permukaan bumi. Besarnya curah hujan dihitung menurut: rata-rata aljabar, metode Thiessen dan Isohyet. Pemilihan metoda dipengaruhi dari letak stasiun pencatatan curah hujan. Untuk curah hujan tahunan Sumatera Barat termasuk propinsi dengan curah hujan maksimum dibanding dengan propinsi lainnya di Indonesia [16] yaitu besar dari 3.000 mm.

2.4 Curah hujan rencana

Curah hujan rencana dihitung menurut:

- Metode Wedwen

Perhitungan ini [3], [15], [17] dengan menggunakan data pengamatan hujan selama minimal 10 tahun. Diambil R70 karena 70 % diterima oleh sungai dan 30 % lagi diterima oleh daratan. Data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan maksimum kedua (R2) bukan data curah hujan tahunan maksimum. Curah hujan dengan metode Wedwen ini dapat dirumuskan:

$$R_n = m_n \times R_P \dots \dots \dots (1)$$

- Metode Hasper

Dengan menggunakan data curah hujan tertinggi pertama (R1) dan tertinggi kedua (R2) maka didapat curah hujan *return period* atau curah hujan rencana dengan rumus:

$$R_T = \bar{R} + S_d \times U_T \dots \dots \dots (2)$$

- Metoda Thiessen,

Dengan menggunakan polygon Thiessen.

2.5 Intensitas Curah Hujan

Dalam penganalisaan intensitas curah hujan menggunakan metode Mononobe, dengan rumus:

$$I = (R/24)(24/t)^{2/3} \dots \dots \dots (3)$$

$$t = L/V \text{ dan } V = 72(H/L)^{0,6} \dots \dots \dots (4)$$

$$t_c = (0,87L^2/1000S)^{0,385} \dots \dots \dots (5)$$

Debit Banjir Rencana, menggunakan metoda rasional :

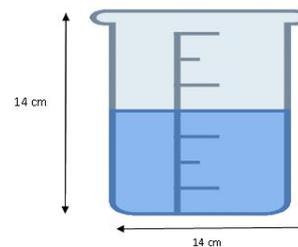
$$Q = 0,278cIA \dots \dots \dots (6)$$

2.6 Morphometri DAS

Morphometri DAS merupakan ukuran kuantitatif karakteristik DAS yang terkait dengan aspek geomorfologi suatu daerah [3]. Karakteristik ini terkait dengan proses air hujan yang jatuh di dalam DAS. Parameter tersebut adalah luas DAS, bentuk DAS, jaringan sungai, kerapatan aliran, pola aliran, dan gradien kecuraman sungai.

2.7 Pengukuran Tinggi Curah Hujan di Lapangan

Dengan menggunakan alat ukur hujan Ombrometer berbentuk silinder dengan diameter 14 cm dan tinggi 14 cm seperti tergambar pada **Gambar 1** dan **Gambar 2** [18].

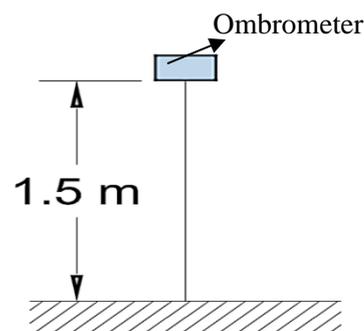


Gambar 1. Alat Ukur Hujan (Ombrometer)



Gambar 2. Alat Ukur Tinggi Hujan

Menurut Mizwar [18] pengukuran hujan dengan menggunakan Ombrometer dengan meletakkan alat ukur dan alat tinggi hujan disetiap SUB Das, dengan posisi alat berada pada ketinggian 1.5 m dari permukaan tanah (**Gambar 3**).



Gambar 3. Posisi Alat Ukur Hujan

Untuk menentukan debit hujan lapangan (6), digunakan rumus :
 $Q = \text{Volume/lama hujan} \dots \dots \dots (7)$

2.8 Peranan Penggunaan Lahan terhadap Debit

Menurut Wahyu [11] dan Aprizon [19], pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap debit banjir dapat ditentukan oleh jenis penggunaan sawah, lahan hijau, perumahan, dan lahan hutan yang berkorelasi positif seperti [20] persamaan regresi berganda (*multiple regression*). Rahayu [18] dan PP RI No.38 [24] menyatakan bahwa perubahan penggunaan lahan dari lahan bervegetasi ke non vegetasi mengakibatkan besarnya limpasan (*run off*) pada lahan, sehingga debit menjadi meningkat terutama pada musim hujan. Hasil penelitian Aprizon [5] dan Rahma [22] menunjukkan bahwa terdapat dua kriteria karakteristik lahan yaitu kriteria baik dan sedang (terjadinya erosi). Erosi lahan dapat dikendalikan dengan konservasi, yaitu berupa pengaturan penggunaan lahan hutan, lahan hijau dan sawah. Stevanny [6] menjelaskan bahwa penurunan luas hutan dan peningkatan tegalan, lahan terlantar, lahan tambang, dan pemukiman pada Sub DAS Arau menyebabkan peningkatan jumlah aliran permukaan yang diindikasikan dengan peningkatan koefisien aliran permukaan. Untuk menurunkan jumlah aliran permukaan diperlukan upaya pencegahan dengan menurunkan laju konversi lahan hutan menjadi non-hutan, serta menerapkan teknik konservasi tanah dan air. Disimpulkan bahwa penurunan lahan hijau meningkatkan jumlah aliran permukaan serta perlunya menerapkan konservasi tanah dan air. Selanjutnya Wahyu [11] menjelaskan pemanfaatan lahan yang tidak sesuai dengan peruntukan dan fungsinya dapat menimbulkan kerusakan lingkungan DAS. Dari penelitian yang telah dilakukan, bahwa lahan hijau merupakan lahan yang dapat mengurangi banjir dan mampu mempertahankan lingkungan DAS yang baik. State of the art, secara umum seluruh DAS dan permukaan bumi tidak terlepas dari terdapatnya lahan kritis. Penelitian tentang lahan kritis belum ada dilakukan. Maka dalam penelitian ini akan dilakukan bagaimana penggunaan lahan kritis dikonversi menjadi lahan hijau yang mampu menghasilkan debit pada DAS Arau. Persentase luas lahan kritis akan digunakan menjadi lahan tidak kritis (lahan konservasi), yaitu konservasi vegetatif. Seperti

yang telah dilakukan dalam penelitian Stevanny [6], dengan mengkonservasi lahan kritis menjadi lahan vegetatif berupa lahan hijau, hutan dan sawah irigasi.

2.9 Menentukan Besarnya Daya Listrik

Untuk menentukan besarnya daya listrik yang dihasilkan menurut [23] sebagai berikut:
 $P = \eta q H$ (dalam kw).....(8)
 dimana: P = daya dalam kw= kilo watt
 H = tinggi air jatuh (meter) diukur dari muka air sungai (2 m)
 q = debit air [m³/detik]
 η = efisiensi turbin (biasa 0,95) dan g = konstanta = 9,8 m²/detik

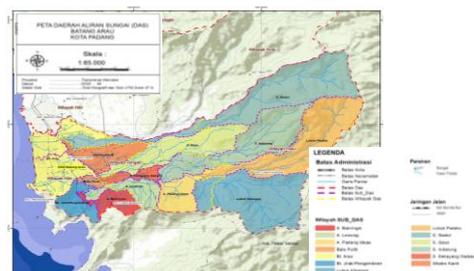
3. TAHAPAN PENELITIAN

1. Studi literatur
2. Pengumpulan data primer, dan data sekunder berupa peta bumi, dijadikan peta DAS, peta pos hujan, peta penggunaan lahan, dan peta topografi, selanjutnya data curah hujan dari 5 stasiun
3. Analisa data

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

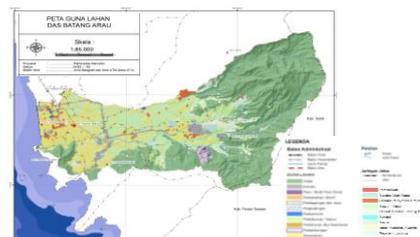
Dari Peta bumi dengan menggunakan program *ARC GIS X* mendapatkan peta DAS Arau:

1. Peta DAS Arau



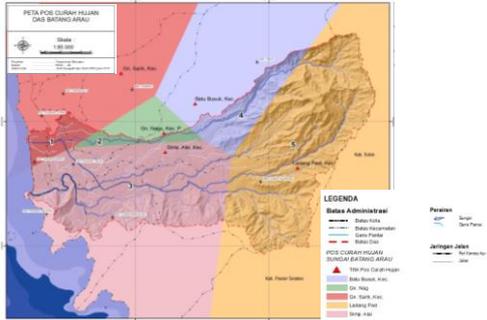
Gambar 4. Peta DAS Arau

2. Peta penggunaan lahan



Gambar 5. Peta Tata Guna Lahan DAS Arau

3. Peta posisi stasiun /Pos curah hujan DAS Arau



Gambar 6. Stasiun Pos Curah Hujan DAS Arau (Gunung Sarik, Batu Busuk, Gunung Nago, Simpang Alai, Ladang Padi)

Dari peta didapat karakteristik DAS Arau pada **Tabel 1**.

Untuk menentukan debit penggunaan lahan :
 $Q = 0.278 c IA \dots \dots \dots (9)$

Dimana :

c adalah koefisien serap, tergantung jenis tanaman

I adalah Intensitas hujan

A adalah luas Sub DAS (ha)

Perhitungan debit tertabel pada **Tabel 3**, dan selanjutnya perhitungan debit tiap Sub DAS ditabelkan pada **Tabel 4**.

Tabel 1. Data Karakteristik DAS Arau

Sub DAS	Luas Sub DAS Km ²	Panjang Sungai Utama km	Keliling DAS km	Juml panj sungai dan anak-anak km
Lubuk Kilangan	31,61	6,25	27,89	35,15
Baringin	6,08	2,93	18,44	15,26
Indarung	25,67	8,68	39,16	42,45
Sekayang Gadang	3,38	3,78	18,81	5,82
Luwung	7,34	3,75	22,30	25,57
Padang Idas	7,70	0,01	18,05	10,18
Arau	23,14	0,01	38,17	34,60
Lubuk Paraku	28,60	14,86	40,77	35,57
Batu Putih	1,32	0,93	8,64	4,83
Jirak Pengambiran	3,23	2,88	21,08	8,99
Gadut	20,57	16,90	59,48	23,43
Gayo	18,10	5,14	34,68	36,55
Sikabau Kacik	8,99	2,23	24,35	18,53

Tabel 2. Persentase Penggunaan Lahan

Sub DAS	% lahan hijau	% perumahan	% hutan	% sawah irigasi
Arau	4,57	38,55	0,96	11,65
Padang Idas	12,98	6,02	3,17	40,74
Lubuk Kilangan	2,01	1,53	37,24	46,54
Lubuk Paraku	4,72	1,12	58,6	27,9
Indarung	11,78	8,18	23,05	31,3
Baringin	3,64	18,43	2,61	11,58
Luwung	0,73	18,79	0,11	0,13
Sekayang Gadang	7,32	26,61	0,86	4,49
Batu Putih	0,73	66,6	0	0,009
Jirak Pengambiran	18,38	29,2	55,29	1,8
Gadut	3,45	15,89	57,12	17,68
Gayo	12,48	19,57	12,67	36,14
Sikabau Kacik	0,37	45,78	0	44,69

Tabel 3. Analisa Debit Sub DAS Jirak

Nama Sub DAS	Vegetasi	Luas (ha)	C	Debit (m ³ /detik)
Jirak	Hutan	430,75	0,2	5,39
	Industri	19,10	0,6	0,72
	Pelabuhan	12,62	0,5	0,39
	Perdagangan dan Jasa	7,10	0,5	0,22
	Perkebunan / Kebun	3,28	0,15	0,03
	Perumahan Sarana	227,52	0,7	9,96
	Pelayanan Umum	1,35	0,5	0,04
	Sawah Irigasi	14,03	0,6	0,53
	Semak Belukar / Alang Alang	44,75	0,3	0,84
	Sungai Tanah Kosong / Gundul	2,51	0,7	0,11
Total	Tegalan / Ladang	2,04	0,2	0,03
		14,05	0,3	0,26
		779,10		18,51
Intensitas (mm/Jam)		22,49		

Debit Sub DAS lainnya ditabel pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Debit Berdasar Penggunaan Lahan

No	Sub DAS	Luas hutan (ha)	Luas perumahan (ha)	Luas Sawah Irigasi (ha)	Luas Lahan Hijau (ha)	Debit (m ³ /detik)
1	Batu Putih	0	88,22	1,15	0,98	4,24
2	Arau	272,11	892,05	149,61	5,83	19,69
3	Jirak	430,75	227,52	14,03	3,28	18,51
4	Padang Idas	434,45	51,98	83,87	94,38	6,48
5	Lubuk Kilangan	2542,81	48,12	88,85	63,26	22,48
6	Lubuk Paraku	2440,87	32,11	32,85	134,86	13,54
7	Indarung	1194,50	209,91	133,4	302,3	26
8	Baringin	287,89	165,10	70,45	2,12	9,75
9	Luwung	342,81	157,96	160,93	10,78	12,51
10	Gadut	1053,18	326,81	363,76	70,90	24,70
11	Gayo	229,36	354,22	654,13	225,92	25,07
12	Sekayang Gadang	2,92	139,97	42,18	24,75	11,94
13	Sikabau Kacik	0	411,53	401,78	3,37	27,13

Menghitung debit berdasar curah hujan berdasar lamanya hujan di lapangan dengan menggunakan **persamaan (7)**.

Tabel 5. Tinggi Curah Hujan yang Diukur di Lapangan

Sub DAS	Tinggi curah hujan (cm)	Rata-rata lama hujan (jam)	Volume (ha cm)
Lubuk Kilangan	0,87	2	3161,56
Baringin	0,96	1	608,33
Gadut	0,76	2	2057,55
Indarung	1,01	2	2566,5
Sekayang gadang	2,15	1,5	338,1
Luwung	1,5	1,5	734,23
Batu Putih	0,96	1	132,45
Padang Idas	1,05	2	770,4
Jirak Pengambiran	1,89	1	323,3
Arau	0,63	2	2314,11
Sikabau kacik	0,5	0,5	899,06
Gayo	0,75	2	1810,16
LubukParaku	0,5	2	2859,69

Perhitungan debit berdasar curah hujan lapangan pada Sub DAS Jirak. Luas Sub DAS Jirak = 323,3 ha. Tinggi curah hujan rata-rata terukur di lapangan 1,89 cm. Volume = 323,3 x 1,89 = 611,04 ha cm. Lama hujan 1 jam = 3600 detik. Besarnya Debit = volume/lama hujan = 611,04 ha cm/3600 detik = 16,97 m³/detik. Untuk debit Sub DAS lainnya tertabel sebagai berikut:

Tabel 6. Debit Dihitung Berdasar Curah Hujan Lapangan

No	Sub DAS	Debit berdasar penggunaan lahan (m ³ /detik)
1	Baringin	16,22
2	Luwung	20,39
3	Padang Idas	11,29
4	Arau	20,25
5	Lubuk Kilangan	37,95
6	Lubuk Paraku	19,86
7	Gadut	21,72
8	Gayo	18,86
9	Indarung	36,00
10	Sekayang Gadang	13,46
11	Sikabau Kacik	24,97
12	Jirak Pengambiran	16,97
13	Batu Putih	3,53

Sumber: Hasil Perhitungan

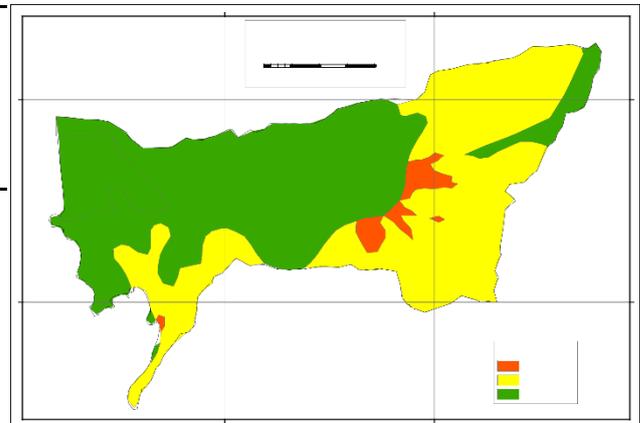
Dari **Tabel 4** dan **Tabel 6** dianalisa perbedaan debit akibat penggunaan lahan dengan debit akibat curah hujan seperti yang terlihat di **Tabel 7**. Dari **Tabel 7** terdapat 8 Sub DAS banjir, dan 5 Sub DAS yang tidak banjir yaitu Sub DAS Gadut, Gayo, Sikabau Kacik, Jirak Pengambiran dan Batu Putih

Dari penelitian Utama [7], dan berdasar Wahyu [11], DAS Arau mempunyai kriteria lahan kritis yang dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 7. Perbedaan Debit Penggunaan Lahan dan Debit Curah Hujan Lapangan

No	Sub DAS	Debit berdasarkan penggunaan lahan (m ³ /detik)	Debit berdasarkan curah hujan lapangan (m ³ /detik)	Perbedaan debit (m ³ /detik)
1	Baringin	9,75	16,22	-6,47
2	Luwung	12,51	20,39	-7,88
3	Padang Idas	6,48	11,29	-4,81
4	Arau	19,69	20,25	-0,56
5	Lubuk Kilangan	22,48	37,95	-15,47
6	Lubuk Paraku	13,54	19,86	-6,32
7	Gadut	24,70	21,72	2,98
8	Gayo	25,07	18,86	6,21
9	Indarung	26,00	36	-10,00
10	Sekayang Gadang	11,94	13,46	-1,52
11	Sikabau Kacak Jirak	27,13	24,97	2,16
12	Pengambiran	18,51	16,97	1,54
13	Batu Putih	4,24	3,53	0,71

menggunakan program *ARC GIS X* sebagai berikut:



KETERANGAN: Agak kritis
Potensial kritis
Tidak kritis

Gambar 7. Peta Lahan Kritis
Sumber: Hasil Perhitungan

Dari **Gambar 7** didapat luas lahan kritis pada masing-masing Sub DAS tertabel pada **Tabel 9.**

Tabel 9. Luas Lahan Kritis pada DAS Arau

No.	Sub DAS	Kekritisan lahan	Luas (ha)
1	Baringin	Potensial Kritis	253,83
		Tidak Kritis	354,50
2	Luwung	Potensial Kritis	235,49
		Tidak Kritis	498,74
3	Padang Idas	Potensial Kritis	49,99
		Tidak Kritis	720,40
4	Batu Putih	Potensial Kritis	0,34
		Tidak Kritis	132,11
5	Arau	Tidak Kritis	2314,12
		Potensial Kritis	289,94
6	Jirak Pengambiran	Potensial Kritis	289,94
		Tidak Kritis	492,14
7	Lubuk Kilangan	Agak Kritis	285,34
		Potensial Kritis	2563,27
8	Lubuk Paraku	Tidak Kritis	297,64
		Agak Kritis	174,19
9	Gadut	Potensial Kritis	1896,64
		Tidak Kritis	789,05
		Potensial Kritis	680,93
		Tidak Kritis	1380,81

Tabel 8. Kekritisan Lahan Berdasar Morphometri

Parameter	Skor	Kekritisan
Kelerengan = 0,26595 %	2	Daerah rendah, Tipe datar (potensial kritis)
Rc = 0,24 (bentuk DAS)	2	Agak lonjong, erosi kecil (tidak kritis)
Kerapatan drainase Dd = 1.6	2	Agak jarang, Kecepatan aliran kecil (potensial kritis)
Lereng (>25%)	3	Terjal, Kecepatan aliran besar luasan kecil (kritis)
Penggunaan lahan (skor 2-4)	3.28	Skor sedang (Potensial kritis)
Curah hujan (124,257 mm)	5	Tinggi, luasan kecil (kritis)
Bentuk lahan (skor 3)	2.44	Agak rendah, luasan kecil (tidak kritis)
Tinggi genangan	1	Agak rendah, luasan kecil (potensial kritis)

Sumber: Utama L, dkk (2017)

Tabel 8 menjelaskan peluang terjadinya kekritisan lahan berdasar morphometri DAS.

Untuk mendapatkan luasan lahan kritis digunakan peta citra dioverlay dengan

10	Gayo	Potensial Kritis	43,30	7	Indarung	Agak Kritis	60,64
		Tidak Kritis	1766,84			Potensial Kritis	1362,31
11	Sikabau	Tidak Kritis	899,09	8	Sekayang	Tidak Kritis	1143,61
12	Kacik	Agak Kritis	60,64		Gadang	Tidak Kritis	338,08
	Indarung	Potensial Kritis	1362,31				
		Tidak Kritis	1143,61				
13	Sekayang	Tidak Kritis	338,08				
	Gadang						

Sumber: Hasil Perhitungan

Untuk persentase luas lahan kritis pada 8 Sub DAS tertabel sebagai berikut:

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari **Tabel 7**, terdapat 8 Sub DAS Arau yang banjir tertabel pada **Tabel 10** sebagai berikut:

Tabel 12. Persentase Luas Lahan Kritis 8 Sub DAS yang Banjir

Tabel 10. Debit Banjir 8 Sub DAS

No	Nama Sub DAS	Debit Banjir (m ³ /detik)
1	Baringin	6,47
2	Luwung	7,88
3	Padang Idas	4,81
4	Arau	0,56
5	Lubuk Kilangan	15,47
6	Lubuk Paraku	6,32
7	Indarung	10,00
8	Sekayang Gadang	1,52

Sumber: Hasil Perhitungan

Debit banjir dari **Tabel 7** akan dikurangi debit dari konversi luasan lahan kritis menjadi lahan hijau. Konversi ini berdasar luasan lahan kritis dan potensial kritis yang luasnya menurut **Tabel 11**:

Tabel 11. Luas Lahan Kritis 8 Sub DAS

No	Sub DAS	Kekritisan Lahan	Luas (ha)
1	Baringin	Potensial Kritis	253,83
		Tidak Kritis	354,50
2	Luwung	Potensial Kritis	235,49
		Tidak Kritis	498,74
3	Padang Idas	Potensial Kritis	49,99
		Tidak Kritis	720,40
4	Arau	Tidak Kritis	2314,12
5	Lubuk Kilangan	Agak Kritis	285,34
		Potensial Kritis	2563,27
		Tidak Kritis	297,64
6	Lubuk Paraku	Agak Kritis	174,19
		Potensial Kritis	1896,64
		Tidak Kritis	789,05

No	Sub DAS	Kekritisan lahan	Luas (ha)	% lahan kritis	% total lahan kritis
1	Baringin	Potensial Kritis	253,83	1,334	1,334
		Tidak Kritis	354,50	-	-
2	Luwung	Potensial Kritis	235,49	1,238	1,238
		Tidak Kritis	498,74	-	-
3	Padang Idas	Potensial Kritis	49,99	0,263	0,263
		Tidak Kritis	720,40	-	-
4	Arau	Tidak Kritis	2314,12	-	-
		Agak Kritis	285,34	1,5	-
5	Lubuk Kilangan	Potensial Kritis	2563,27	13,47	14,97
		Tidak Kritis	297,64	-	-
		Agak Kritis	174,19	0,916	10,888
6	Lubuk Paraku	Potensial Kritis	1896,64	9,970	-
		Tidak Kritis	789,05	-	-
7	Indarung	Agak Kritis	60,64	0,319	-
		Potensial Kritis	1362,31	7,161	7,480
		Tidak Kritis	1143,61	-	-
8	Sekayang Gadang	Tidak Kritis	338,08	-	-
		Potensial Kritis	8	-	-

Sumber: Hasil Perhitungan

Menentukan debit berdasar konversi lahan kritis menjadi lahan hijau dilihat pada **Tabel 13**.

Tabel 13. Debit Berdasar Lahan Kritis Menjadi Lahan Hijau

	% lahan kritis	Intensitas (mm/jam)	Luas (ha)	C (koefisien)	Debit t
				Lahan Hijau = 0,15	Q = 0,00
				Hutan C = 0,20	C I A
Sub DAS					m ³ /d etk
Padang Idas	0,26	10,31	49,9	C=0,15	0,22
Lubuk Kilangan	14,9	10,30	2848,61	C = 0,20	16,3
Lubuk Paraku	10,8	7,60	2070,83	C = 0,20	8,75
Indarung	7,48	12,17	1422,95	C = 0,20	9,63
Baringin	1,33	13,82	253,83	C = 0,15	1,46
Luwung	1,23	14,67	235,49	C = 0,15	1,44

Sumber: Hasil Perhitungan

2 (dua) Sub DAS Arau dan Sekayang Gadang tidak dilakukan konversi lahan hijau, karena menghasilkan debit yang kecil (0,56 m³/detik dan 1,52 m³/detik).

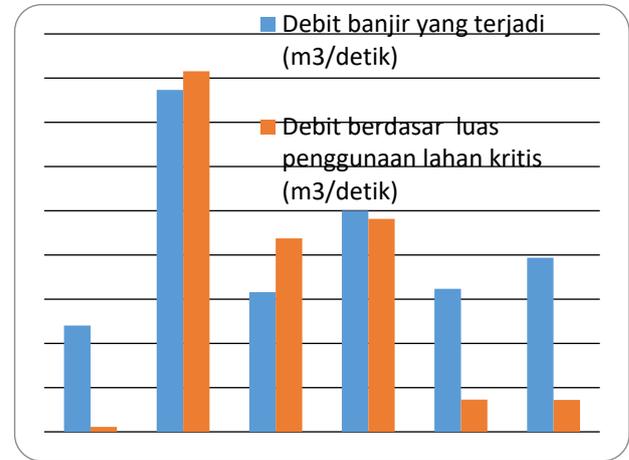
Dari **Tabel 10** dan **Tabel 13** ditentukan perbandingan besarnya debit yang dihasilkan oleh lahan kritis menjadi lahan hijau, terhadap debit banjir yang terjadi pada **Tabel 14** adalah:

Tabel 14. Debit Perbandingan Lahan Kritis Terhadap Debit Banjir yang Terjadi

No	Sub DAS	Debit banjir yang terjadi (m ³ /detik)	Debit berdasar luas penggunaan lahan kritis (m ³ /detik)
1	Padang Idas	4,81	0,22
2	Lubuk Kilangan	15,47	16,31
3	Lubuk Paraku	6,32	8,75
4	Indarung	10	9,63
5	Baringin	6,47	1,46
6	Luwung	7,88	1,44
	Total	50,95	37,81

Sumber Hasil Perhitungan

Grafik perbandingan debit yang dihasilkan lahan kritis terhadap debit banjir yang terjadi dianalisa menurut **Gambar 8** sebagai berikut:



Gambar 8. Grafik Perbandingan Debit Akibat Lahan Kritis dan Debit Banjir yang Terjadi

Dari **Tabel 14** dan **Gambar 8** terlihat besarnya debit yang terjadi akibat konversi lahan kritis menjadi lahan hijau 37,81 m³/detik, sehingga mengurangi debit banjir, dimana debit banjir sekarang menjadi 13,14 m³/detik. Debit akibat lahan kritis sebesar 37,81 m³/detik dapat menghasilkan jumlah energi bagi listrik.

Untuk menentukan besarnya energi listrik yang dihasilkan dianalisa dengan menggunakan teori Burhanuddin, M (2015) sebagai berikut:

$$P = g \cdot \eta \cdot H \cdot q \cdot (\text{dalam kw}), \text{dimana:}$$

P = daya dalam kw= kilo watt

H = tinggi air jatuh (meter) diukur dari muka air sungai (2 m)

q = debit air [m³/detik] = 37,81 m³/detik

η = efisiensi turbin (0,95)

g = konstanta = 9,8 m/detik²

Adapun besarnya energi akibat debit yang didapat dari lahan kritis adalah:

$$P = g \cdot \eta \cdot H \cdot q$$

$$P = 9,8 \times 0,95 \times 2 \times 37,81 = 7040 \text{ kw}$$

Besar daya yang dihasilkan adalah 7040 kw x 24 = 168.960 kwh

Pemakaian bagi masyarakat dengan rata-rata pemakaian 150 kwh tiap keluarga setiap bulan, maka dengan penggunaan lahan kritis dapat memberikan daya energi listrik 168.960 kwh/150 kwh = 1127 rumah. Hal ini sangat

membantu pemerintah demi kesejahteraan masyarakat.

5. KESIMPULAN

- 1) Terdapat 6 SUB DAS yang mengalami banjir..
- 2) Dari penggunaan lahan kritis dengan sistem konservasi vegetatif yang artinya dengan melakukan konversi lahan kritis menjadi lahan hijau, terjadi pengurangan banjir sebesar 37,81 m³/detik
- 3) Dari penggunaan debit dari lahan kritis sebesar 37,81 m³/detik menghasilkan energi listrik 168.960 kwh.
- 4) Terdapat penambahan 1127 rumah yang dapat menggunakan listrik sebesar 150 kwh tiap bulan tiap rumah.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurhadi, Dyah, R, Suryo, S, dan Nurul, K, 2013, Analisis Kerentanan Banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS) Code Kota Jogjakarta
- [2] Paimin, 2009, Teknik Mitigasi Banjir dan Tanah Longsor, Balai Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan DAS Surakarta
- [3] Asdak, C., 2010, Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press
- [4] Widodo, F, 2019, Kriteria Penentuan Lahan Kritis, <https://www.academia.edu>
- [5] Aprizon, P, 2012, Studi Erosi Lahan Pada DAS Air Dingin Bagian Hulu di Kota Padang, Thesis
- [6] Stevanny, P.L, 2011, Pengaruh Penggunaan Lahan terhadap Debit Aliran Sungai di Sub DAS Arau Hulu Kota Padang, Fakultas Pertanian IPB, skripsi.
- [7] Utama, L, Saidi, A, Berd, I, and Mizwar, Z, 2017, Study of Morphomtery to Debit Drainage Basin Arau Padang City, prosiding, American Institute of Physics
- [8] Kebijakan Undang-undang Republik Indonesia Nomor 26 tahun 2007. tentang Penataan Ruang
- [9] Permen PUPR No. 39, 1989, Tentang Pembagian Wilayah Sungai Pasal 1 ayat 1, Pembagian Daerah Aliran Sungai
- [10] Utama, L, Saidi, A, Berd, I, and Mizwar, Z, 2020, Land Use Model To Reduce Flood at Arau Padang Watershed, INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH VOLUME 9, ISSUE 03
- [11] Wahyu, H.D, 2013, Analisis Masalah DAS Batang Arau Kota Padang Propinsi Sumatera Barat
- [12] Jurnal Penelitian Sumber Daya Dan Kerentanan Pesisir, Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan. Seminar Sains Atmosfer 2013, Bandung
- [13] Usman, A, Andang, S.S, Wahyuni, dan Tita, R.A, 2017, Kesesuaian dan Arahan Penggunaan Lahan Berdasarkan Rencana Pola Ruang Wilayah di Hulu Daerah Aliran Sungai Kelara, Jurnal Hutan dan Masyarakat. Vol. 9 (2): 75-82, Desember 2017
- [14] Wuryanta A, 2015, Arahan Fungsi Pemanfaatan Lahan Berbasis Daerah Aliran Sungai Sebagai Upaya Pelestarian Lingkungan (Studi kasus di Sub DAS Samin), Prosiding Seminar Nasional Innovation in Environmental Management, Diponegoro University dan Queensland University
- [15] Utama, L, 2013, Hidrologi Teknik, , Bung Hatta University Press
- [16] Peraturan Pemerintah, 2012, Lampiran Peraturan Pemerintah nomor 37 tahun 2012. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia
- [17] Rahayu, D, 2018, Analisis Pengaruh Fenomenan Indian Ocean Dipole terhadap Curah Hujan di Pulau Jawa
- [18] Mizwar, Z, 2014, Mekanika Fluida, Konsep Hukum Archimedes dan Hukum Pascal, Panduan Praktikum Laboratorium Jurusan Teknik sipil Universitas Bung Hatta, 2014
- [19] Aprizon, P, 2013, Analisis Bencana Banjir Kota Padang (Studi Kasus Intensitas Curah Hujan Tahun 1980 – 2009 dan Aspek Geomorphologi
- [20] Hidayat A, 2017, Berbagai Jenis Regeresi Berganda, Uji Statistik, Universitas Sumatera Utara
- [21] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 38 tahun 2011 tentang sungai.
- [22] Rahma, Y, N, 2017, Analisis Debit pada DAS Air Dingin menggunakan ModelSwat, Jurnal Teknologi Pertanian Andalas Vol. 21, No.2, September 2017, ISSN 1410-1920, EISSN 2579-4019
- [23] Burhanuddin, M, 2015, Potensi Tenaga Air untuk PLTA