



FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TERJADINYA BENCANA BANJIR DI KECAMATAN BONJOL

Resma Yani¹, Helfia Edial²
Program Studi Geografi
Fakultas Ilmu Sosial, Universitas Negeri Padang
Email: resmayani.ry@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) Mengetahui penggunaan lahan sub-DAS Masang Kiri. 2) Mengetahui intensitas hujan sub-DAS Masang Kri. 3) Mengetahui daya tampung sungai Masang. 4) mengetahui faktor dominan yang mengakibatkan terjadinya bencana banjir di Kecamatan Bonjol. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Metode yang dipakai yaitu metode rasional. Hasil dari penelitian ini yaitu, 1) penggunaan lahan hutan mendominasi sub-DAS Masang dengan persentase 74,7% dan paling sedikit tegalan/ladang dengan persentase 0,2%. 2 Nilai intensitas Hujan untuk periode ulang 1 tahun yaitu 16,48 mm/Jam. 3) daya tampung Sungai Masang yaitu 363,528 m³/detik, sedangkan hasil perhitungan debit puncak saat terjadinya hujan maksimum kala ulang 1 tahun yaitu 385,18 m³/detik. 4) Faktor dominan yang mengakibatkan terjadinya bencana banjir di Kecamatan Bonjol yaitu dari faktor intensitas hujan.

Kata Kunci: Banjir, Intensitas Hujan, Daya Tampung

Abstract

This study aims to: 1) Know the land use of the Masang Kiri sub-watershed. 2) Knowing the rain intensity of Masang Kri sub-watershed. 3) Knowing the carrying capacity of the Masang river. 4) To know the dominant factor that resulted in the flood disaster in Bonjol District. This research is a quantitative descriptive study. The method used is the rational method. The results of this study are 1) forest land use dominates the Masang sub-watershed with a percentage of 74.7% and the least is dry land / field with a percentage of 0.2%. 2 Rain intensity value for 1 year return period is 16.48 mm / hour. 3) the carrying capacity of the Masang River is 363,528 m³ / second, while the results of the calculation of the peak discharge when the maximum rain occurs in a 1 year return period is 385.18 m³ / second. 4) The dominant factor that causes flood disaster in Bonjol District is the rain intensity factor.

Keywords: Flood, Rain Intensity, Capacity



PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu fenomena alam yang sering terjadi di Indonesia yang menyebabkan bencana yang berdampak pada rusaknya sarana dan prasarana, kerugian harta benda hingga nyawa manusia, terganggunya aktivitas manusia, kerugian ekonomi nasional karena aktivitas produksi dan jasa terganggu. Pada umumnya banjir terjadi karena curah hujan yang tinggi diatas normal sehingga sungai, anak sungai, saluran drainase dan kanal penampung banjir tidak mampu menampung air hujan sehingga meluap. Daya tampung saluran air tak selamanya sama, berubah karena sedimentasi, tersumbat sampah, penyempitan sungai, dan sebagainya. Kerusakan hutan di daerah tangkapan air seperti adanya penggundulan hutan mengakibatkan terjadinya peningkatan debit banjir sehingga air yang masuk ke dalam sungai menjadi tinggi, melampaui kapasitas sungai dan menyebabkan erosi pada sungai yang curam dan membawa sedimentasi ke aliran yang lainnya. Padatnya permukiman juga mengakibatkan berkurangnya daerah resapan air, jika hujan dengan intensitas yang tinggi terjadi sebagian air akan mengalir ke sungai atau saluran drainase jika air melampaui kapasitas sungai atau saluran sehingga menyebabkan terjadinya banjir (Asriningrum, dkk, 2015).

Ada beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya bencana banjir, baik secara alamiah (curah hujan, topografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase, dan pasang air laut), maupun akibat dari

perbuatan manusia (Kondisi DAS, kawasan kumuh, sampah, bendung dan bangunan air, dan kerusakan bangunan) menurut (Akbar, 2013 dalam Putra, 2017).

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan daratan yang dibatasi oleh pegunungan yang menampung air hujan dan menyimpannya kemudian dialirkan melalui sungai utama dari hulu sampai ke laut. Wilayah daratan tersebut dinamakan daerah tangkapan air (DTA) atau *catchment area* merupakan suatu ekosistem yang terdiri dari sumber daya alam (air, tanah dan vegetasi) dan sumber daya manusia yang memanfaatkan sumber daya alam yang ada (Asdak, 2010).

Penggunaan lahan (landuse) merupakan segala bentuk campur tangan manusia terhadap sumber daya lahan, baik yang bersifat permanen atau siklus yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan baik jasmani maupun rohani atau kedua-duanya (Vink 1975 dalam Sitorus 2016).

Intensitas hujan merupakan jumlah hujan per satuan waktu. Perhitungan debit banjir menggunakan metode rasional memerlukan data intensitas hujan. Intensitas hujan merupakan ketinggian curah hujan yang terjadi pada kurun waktu dimana air tersebut terkonsentrasi. Intensitas curah hujan dilambangkan dengan huruf *I* dengan satuan mm/jam. Tingginya intensitas curah hujan tidak sama disetiap tempat, karena dipengaruhi oleh topografi, durasi dan frekuensi di tempat atau lokasi yang bersangkutan. Ketiga hal tersebut dijadikan pertimbangan dalam membuat lengkung IDF

(*Intensity-Duration-Frequency*). Dalam metode rasional lengkung IDF digunakan untuk menentukan intensitas curah hujan rata-rata dari waktu konsentrasi yang dipilih (Takeda, 2003 dalam Somantri,2014).

Pada tahun 2018 telah terjadi banjir di Kecamatan Bonjol pada tanggal 11 Oktober 2018. Banjir terjadi dikarenakan tingginya curah hujan yang terjadi pada hari itu dan menyebabkan meluapnya air Batang Masang sehingga menggenangi daerah sekitarnya. Banjir yang terjadi menggenangi satu unit sekolah dan rumah penduduk yang berada dekat dengan aliran sungai. Banjir juga mengakibatkan hanyutnya dua unit jembatan yang menghubungkan antar desa, banjir juga menggenangi bahu jalan sehingga menghambat arus lalu lintas baik dari arah Bukittinggi ke Medan maupun sebaliknya (Antarnews Sumbar, Wahyu 2018).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Kecamatan Bonjol yang berada pada Sub-DAS Masang Kiri, secara astronomis berada pada $100^{\circ} 09' - 100^{\circ} 21' BT$ dan $00^{\circ} 06' LU - 00^{\circ} 06' LS$, Kecamatan Bonjol memiliki 4 nagari yaitu Nagari Gangg Mudiak, Nagari Ganggo Hilia, Nagari Koto Kaciak, Nagari Limo Koto dengan total luas wilayah $194,32 \text{ km}^2$.

Jenis penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif. Data yang dibutuhkan yaitu berupa data primer dan data sekunder. Data sekunder yang bisa didapatkan dari instansi-instansi pemerintah seperti peta

administrasi, peta DAS, citra DEM, data debit sungai, data curah hujan, dan histori terjadinya bencana banjir. Data primer merupakan data yang didapatkan dari hasil pengukuran, pengamatan di lapangan, yaitu pengukuran daya tampung sungai dan bentuk stadia sungai.

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu metode rasional dalam memperkirakan debit puncak/debit banjir maksimum dalam periode ulang tertentu. Metode rasional ini memerlukan data koefisien aliran, intensitas curah hujan dan luas DAS.

Untuk mendapatkan nilai koefisien aliran (C) dapat dilakukan dengan overlay 3 peta yaitu peta kemiringan lereng, peta tekstur tanah dan peta tutupan lahan yang telah memiliki skor masing-masing. Kemudian tentukan nilai rata-rata dari (C), dengan persamaan berikut:

$$C_{rata-rata} = \frac{\sum_{i=1}^n C_i A_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Keterangan :

C_i = nilai koefisien aliran

A_i = Luas daerah

Dalam menentukan nilai intensitas hujan data yang digunakan yaitu curah hujan harian maksimum minimal 8 tahun terakhir. Dalam penelitian ini penulis menggunakan data 20 tahun terakhir. Intensitas hujan dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan menurut mononobe, seperti berikut:

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

Keterangan:

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

R_{24} = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

t_c = waktu konsentrasi (menit)

Persamaan untuk menentukan debit puncak menggunakan metode rasional yaitu sebagai berikut, Asdak (2010):

$$Q = 0,0028 C i A$$

Keterangan:

Q = air larian (debit) puncak ($m^3/detik$)

C = koefisien air larian

i = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas wilayah DAS (ha)

Menurut (Asdak, 2010) pengukuran besarnya debit dapat ditentukan secara tidak langsung karena keterbatasan alat ukur. Cara yang paling sering digunakan yaitu menggunakan pendekatan *slope-area-method* yaitu persamaan Manning. Rumus Manning salah satunya yang dinyatakan dalam bentuk persamaan berikut:

$$Q = A \cdot V$$

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_3^2 \cdot S_2^1$$

Keterangan:

Q = Debit air ($m^3/detik$)

A = luas penampang basah (m^2)

V = kecepatan aliran (m/detik)

R = jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan sungai (m)

n = koefisien dasar saluran

Menentukan daya tampung sungai dapat ditentukan dengan menggunakan rumus yang sama dengan debit sungai tetapi menggunakan data tinggi sungai bukan tinggi muka air sungai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penggunaan Lahan Sub-DAS Masang Kiri

Berdasarkan hasil dari digitasi dengan menggunakan citra SAS Planet didapatkan hasil penggunaan lahan berupa, Sub-DAS Masang kiri yang memiliki luas $308,39 \text{ km}^2$ dengan penggunaan lahan hutan $230,54 \text{ km}^2$, permukiman $2,71 \text{ km}^2$, sawah $18,29 \text{ km}^2$, perkebunan $25,57 \text{ km}^2$, tegalan/ladang $0,77 \text{ km}^2$ dan semak belukar $29,19 \text{ km}^2$.

Tabel 1. Penggunaan Lahan Sub-DAS Masang Kiri

No	Luas (km)	Penggunaan Lahan
1	230,54	Hutan
2	2,71	Permukiman
3	18,29	Sawah
4	25,57	Perkebunan
5	0,77	Tegalan/Ladang
6	29,19	Semak Belukar

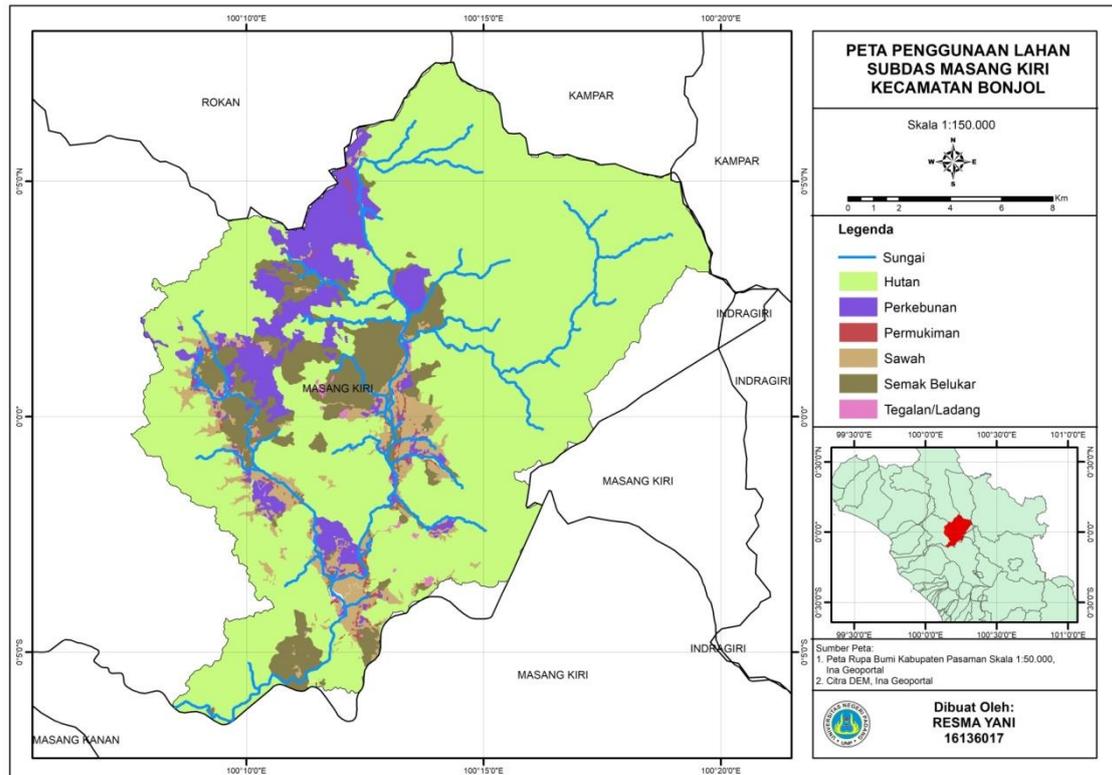
Sumber: Pengolahan Data Primer, 2020

Dengan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa Sub-DAS Masang Kiri didominasi oleh penggunaan lahan hutan dengan persentase 74,7% dari luas Sub-DAS dan paling sedikit yaitu tegalan dengan persentase 0,2% dari luas Sub-DAS. Menurut Asdak (2010) hutan merupakan usaha pendukung dari berbagai usaha dalam mengurangi terjadinya bencana banjir. Selain itu hutan berfungsi menjaga kelangsungan aliran, karena hutan dapat menampung air pada musim penghujan dan menyalurkannya pada musim kemarau.

Dari kondisi tersebut dapat dikatakan bahwa penggunaan lahan

hutan pada Sub-DAS Masang Kiri masih berfungsi sebagaimana mestinya dimana hutan masih bisa menjadi tempat resapan

air yang baik sehingga air yg menjadi air aliran semakin kecil sehingga dapat mengurangi terjadinya banjir.



Gambar 1. Peta Penggunaan Lahan Sub-DAS Masang Kiri

2. Intensitas Hujan Sub-DAS Masang Kiri

Dalam menghitung atau menentukan intensitas hujan data yang digunakan yaitu data curah hujan harian maksimum dari stasiun hujan minimal 8 tahun terakhir, disini data curah hujan yang dipakai yaitu 20 tahun terakhir yaitu dari tahun 1998-2017.

Tabel 2. Curah Hujan Maksimum Tahun 1998-2017

Tahun	Curah Hujan (mm/hari)
1998	120
1999	143
2000	112
2001	125

Tahun	Curah Hujan (mm/hari)
2002	132
2003	89
2004	95
2005	59
2006	74
2007	132
2008	146
2009	193
2010	111
2011	93,5
2012	76
2013	137
2014	104
2015	117
2016	86
2017	121

Tahun	Curah Hujan (mm/hari)
Rata-Rata	113,275

Sumber: Dinas Pengelolaan Sumber Daya Air Provinsi Sumatera Barat

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa curah hujan terendah terjadi pada tahun 2005 yaitu 59 mm/hari dan curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2009 yaitu 193 mm/hari.

Selanjutnya data curah hujan tersebut dilakukan uji frekuensi untuk menentukan distribusi probabilitas.

Dari hasil pengolahan data didapatkan distribusi yang cocok yaitu Distribusi Log Person III untuk menghitung curah hujan rancangan dengan beberapa tahun kala ulang. Untuk mengetahui apakah distribusi yang telah dipilih sesuai dengan data yang ada yaitu melakukan uji Chi-Kuadrat dan uji Sminov-Kolmogorov.

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa hasil dari uji Chi-Kuadrat yang telah dilakukan didapatkan nilai $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$ sedangkan hasil uji Sminov-Kolmogorov diperoleh nilai $D_{hitung} < D_{tabel}$ sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa distribusi pengamatan dan distribusi yang diharapkan tidak berbeda secara nyata atau dapat dikatakan pemilihan distribusi yang dilakukan sudah tepat pada distribusi Log Person III.

Berdasarkan perhitungan distribusi Log Person III cocok digunakan untuk pengolahan data curah hujan maksimum sehingga parameter statistik berubah berdasarkan distribusi Log Person III dengan hasil frekuensi sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai Frekuensi Menggunakan Distribusi Log Person III

Paramater	Nilai
jumlah data, n	20
rata-rata, x	113,28
Standar Deviasi, S	2,06
koefisien Variasi, Cv	1,001
koefisien Kemencengan, Cs	1,11
koefisien kurtosis, Ck	0,07

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2020

Setelah perhitungan frekuensi kemudian melakukan perhitungan curah hujan rancangan pada periode ulang tertentu dengan menggunakan persamaan, sebagai berikut:

$$\text{Log}X_T = \text{Log} \bar{X} + K \cdot S$$

Berdasarkan rumus diatas dapat dihitung hujan rancangan untuk periode ulang tertentu, berikut hasil hujan rancangan:

Tabel 4. Hujan Rancangan Metode Log Person III

Tahun Rencana	Hujan Rancangan (mm/hari)
1	110,15
2	112,90
5	114,81
10	116,04
25	117,53
50	118,60
100	119,63

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2020

Untuk mendapatkan intensitas hujan peride jam dapat menggunakan rumus mononobe karena data yang

tersedia yaitu data curah hujan harian, berikut persamaan rumus mononobe:

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

Untuk menentukan debit puncak menggunakan metode rasional perlu menentukan intensitas hujan rata-rata dari waktu konsentrasi yang dipilih, setelah dilakukan perhitungan waktu konsentrasi yang didapat yaitu 3,53 Jam. Berikut intensitas hujan untuk periode ulang tertentu:

Tabel 5. Intensitas Hujan Untuk Periode Ulang Tertentu

Periode	Intensitas Hujan (mm/Jam)
1	16,48
2	16,89
5	17,17
10	17,36
25	17,58
50	17,74
100	17,90

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2020

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa Intensitas Hujan untuk periode ulang 1 tahun yaitu 16,48 mm/Jam, yang artinya hujan yang jatuh pada Sub-DAS Masang Kiri yaitu sebanyak 16,48 mm dalam waktu 1 jam.

3. Daya Tampung Sungai Masang

Menghitung debit puncak menggunakan metode rasional dengan persamaan berikut:

$$Q = 0,278 C. I. A$$

Dari persamaan diatas didapatkan debit puncak sebagai berikut:

Tabel 6. Debit Puncak

No	Periode Ulang	Debit Puncak (m ³ /det)
1	1	385,18
2	2	394,82
3	5	401,48
4	10	405,78
5	25	411,00
6	50	414,74
7	100	418,38

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2020

Dari tabel di atas dapat disimpulkan bahwa debit puncak yang terjadi pada periode ulang 1 tahun dengan intensitas hujan 16,48 mm/Jam dengan nilai koefisien C 0,273 sehingga menghasilkan nilai debit puncak 385,18 (m³/det).

Lebar dasar sungai (b) yaitu 33 meter, dalam rata-rata sungai (h) 0,7 meter, kemiringan saluran (S) dari hulu hingga ke titik outlet 0,04 meter, dengan memakai koefisien manning (n) 0,04.

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \cdot R_3^2 \cdot S_2^1 \\ &= \frac{1}{0,04} \cdot 0,67_3^2 \cdot 0,04_2^1 \\ &= \frac{1}{0,04} \cdot 0,77 \cdot 0,2 \\ &= 3,825 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= A \cdot V \\ &= 23,1 \cdot 3,825 \\ &= 88,357 \text{ (m}^3\text{/detik)} \end{aligned}$$

Keterangan:

- Q = Debit air (m³/detik)
- A = luas penampang basah (m²)
- V = kecepatan aliran (m/detik)
- R = jari-jari hidrolis (m)
- S = kemiringan sungai (m)
- n = koefisien dasar saluran

Daya tampung sungai diperoleh dengan membandingkan hasil

perhitungan debit banjir maksimum menggunakan metode rasional dengan perhitungan debit sungai. Daya tampung sungai dapat ditentukan sesuai dengan perhitungan debit banjir akan tetapi tidak menggunakan tinggi air tetapi menggunakan tinggi sungai. Berikut hasil perhitungan daya tampung sungai.

Tabel 14. Daya Tampung Sungai Masang

Periode Ulang	Debit Puncak (m ³ /det)	Daya Tampung (m ³ /det)
1	385,18	363,53
2	394,82	363,53
5	401,48	363,53
10	405,78	363,53
25	411,00	363,53
50	414,74	363,53
100	418,36	363,53

Sumber: Pengolahan Data Primer, 2020

Dari hasil perhitungan data diatas dapat dilihat bahwa nilai debit puncak lebih besar daripada daya tampung sungai, dimana debit puncak periode ulang 1 tahun dengan nilai 385,18 m³/detik sedangkan daya tampung dari sungai tersebut yaitu 363,53 m³/detik, hal ini dapat disimpulkan bahwa sungai tidak dapat menampung debit puncak ketika terjadi hujan dengan debit maksimum sehingga dapat mengakibatkan terjadinya luapan air sungai yang menyebabkan banjir.

4. Faktor Dominan yang Menyebabkan Terjadinya Bencana Banjir

Faktor dominan yang mengakibatkan terjadinya bencana

banjir di Kecamatan Bonjol yaitu dari faktor intensitas hujan. Kenapa dari faktor intensitas hujan karena pada saat terjadinya bencana banjir hujan terjadi selama kurang lebih 10 jam yang mengakibatkan tanah tidak lagi dapat meneruskan proses infiltrasi karena sudah terjadinya kejenuhan tanah terhadap air sehingga hujan yang jatuh selanjutnya lebih besar menjadi air larian atau air permukaan sehingga aliran drainase, sungai mengalami kenaikan debit dan pada titik terjadinya banjir debit puncak yang terjadi dengan nilai 385,18 m³/detik tidak dapat ditampung oleh sungai yang mana daya tampung sungai tersebut hanya dapat menampung debit air sebesar 363,53 m³/detik, oleh karena itu terjadinya luapan air ke daerah sekitaran sungai yang menyebabkan terjadinya bencana banjir.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

- Penggunaan lahan pada Sub-DAS Masang Kiri berupa penggunaan lahan hutan, permukiman, sawah, perkebunan, tegalan/ladang dan semak belukar. Dimana penggunaan lahan yang mendominasi yaitu penggunaan lahan hutan dengan persentase 74,7% dari luas Sub-DAS dan yang paling sedikit yaitu penggunaan lahan tegalan/ladang dengan persentase 0,2% dari luas Sub-DAS.
- Intensitas hujan, Hasil dari perhitungan intensitas hujan rencana dengan gambaran kurva IDF menunjukkan bahwa hujan yang terjadi dengan intensitas yang tinggi

terjadi pada hujan yang berlangsung sebentar dan sedangkan hujan yang berlangsung lama menunjukkan bahwa intensitas hujan kecil dapat dikatakan hujan tidak deras. Nilai intensitas Hujan untuk periode ulang 1 tahun yaitu 16,48 mm/Jam, yang artinya hujan yang jatuh pada Sub-DAS Masang Kiri yaitu sebanyak 16,48 mm dalam waktu 1 jam.

- c. Daya Tampung Sungai, sungai tidak dapat lagi menampung debit maksimum karena daya tampung sungai Masang yaitu 363,528 m³/detik, sedangkan hasil perhitungan debit puncak untuk periode ulang 1 tahun yaitu 385,18 m³/detik. Hasil tersebut telah melebihi kapasitas sungai sehingga menyebabkan terjadinya banjir.
- d. Faktor dominan yang mengakibatkan terjadinya bencana banjir di Kecamatan Bonjol yaitu dari faktor intensitas hujan. Karena pada saat terjadinya bencana banjir hujan terjadi selama kurang lebih 10 jam yang menyebabkan debit sungai mengalami peningkatan dan melebihi kapasitas dari sungai sehingga terjadi luapan yang mengakibatkan terjadinya bencana banjir.

2. Saran

1. Hutan yang berfungsi sebagai daerah resapan air agar dipelihara sebaik mungkin agar mengurangi terjadinya aliran permukaan yang bisa menyebabkan banjir.
2. Untuk mengurangi besarnya aliran permukaan masyarakat harus bahu membahu menciptakan lingkungan yang asri, dengan banyak menanam

pohon agar dapat menahan air hujan yang langsung jatuh ke tanah agar mengurangi terjadinya erosi dan meningkatkan tersedianya air resapan.

3. Penduduk yang tinggal dekat dengan sungai agar menjaga sungai tetap bersih dengan tidak membuang sampah ke sungai karena hal tersebut dapat mencemari ekosistem sungai.
4. Untuk pemerintah setempat agar lebih memperhatikan kondisi sungai yang berada dekat dengan pemukiman penduduk apakah sungai tersebut masih bisa menampung debit maksimum ketika terjadi hujan maksimum dengan membangun dinding penahan tebing sungai atau melakukan pengerukan dasar sungai agar bisa menampung debit maksimum sehingga tidak terjadi luapan yang menyebabkan bencana banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Bandung. Gajah Mada University Press.
- Asriningrum, dkk. 2015. *Bunga Rumpai Pemanfaatan Data Pengindraan Jauh Untuk Mitigasi Bencana Banjir*. Bogor. IPB Press.
- Putra, Muh Alif Rusli. 2017. "Pemetaan Kawasan Rawan Banjir Berbasis Sistem Informasi Geografi (SIG) Untuk Menentukan Titik Dan Rute Evakuasi". Skripsi. Teknik Perencanaan Wilayah Dan Kota, UIN Alaudin Makasar, Makasar.

- Sitorus, Santun R.P. 2016. *Perencanaan Penggunaan Lahan*. Bogor. IPB Press.
- Somantri, yudha ginanjar. 2014. “Analisis Kapasitas Sungai Dalam Mengendalikan Banjir dengan Integrasi Antara Metode Rasional dengan Program WIN-TR”. Skripsi. Teknik Sipil, Universitas Bengkulu, Bengkulu.
- Wahyu. 2018. “Banjir Kembali Landa Pasaman Kini di Kawasan Bonjol”.<https://sumbar.antarane.ws.com/berita/234553/banjir-kembali-landa-pasaman-kini-di-kawasan-bonjol>, diakses pada 20 Desember 2019 pukul 19.49.