

EVALUASI KEMAMPUAN PENAMPANG SUNGAI BATANG BAYANG TERHADAP BANJIR DI KABUPATEN PASAMAN BARAT

Morkylius¹

Universitas Bung Hatta

liusmorky@gmail.com

Lusi Utama²

Universitas Bung Hatta

lusi_utama@bunghatta.ac.id

ABSTRAK

Sungai Batang Bayang, yang berada di Kecamatan Lembah Malintang, Kabupaten Pasaman Barat, kerap mengalami banjir tahunan yang menimbulkan kerugian bagi masyarakat sekitar. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi kemampuan penampang Sungai Batang Bayang dalam menyalurkan debit banjir, sekaligus merencanakan dimensi penampang baru yang lebih optimal dengan memperhatikan aspek stabilitas tebing. Analisis penelitian memanfaatkan data curah hujan dari Stasiun Ujung Gading dan Stasiun Silaping selama periode 10 tahun (2015–2024). Perhitungan curah hujan rencana dilakukan dengan metode distribusi probabilitas, meliputi Normal, Log Normal, Gumbel, dan Log Pearson III, yang selanjutnya diuji menggunakan Chi-Kuadrate dan Smirnov-Kolmogorov. Sementara itu, penentuan debit banjir rencana dilakukan dengan metode Hasper, dan analisis hidraulika digunakan untuk menilai kapasitas penampang eksisting maupun penampang rencana yang diusulkan.

Kata Kunci: Banjir, Debit Rencana, Penampang Sungai, Stabilitas Tebing, Batang Bayang

ABSTRACT

Batang Bayang River, located in Lembah Malintang District, Pasaman Barat Regency, frequently experiences annual flooding that causes significant losses to the surrounding communities. This study aims to evaluate the capacity of the Btang Baynag River cross-section in conveying flood discharge and to design a more optimal cross-section dimension while considering riverbank stability. The analysis was carried out using rainfall data from Ujung Gading and Silaping station over a 10-year period (2015-2024). The design rainfall was calculated using several probability distributions (Normal, Log Normal, Gumbel, and Log-Pearson III) and tested with Chi-Kuadrate and Smirnov Kolmogorov Methods. The design Flood discharge was determined using the Hasper method, while hydraulic analysis was applied to assess both the existing and planned river cross-section

Keywords: Author Guidelines; Accounting Journal; Article Template

PENDAHULUAN

Banjir merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi di berbagai wilayah, termasuk Indonesia. Menurut Suripin (2003), banjir terjadi akibat intensitas hujan yang sangat tinggi yang tidak diimbangi dengan kesiapan tampungan air atau terganggunya sistem saluran pembuangan, sehingga menyebabkan air meluap dan menggenangi daerah sekitarnya. Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2002) juga mendefinisikan banjir sebagai aliran air yang relatif tinggi dan tidak tertampung oleh alur sungai atau saluran, sehingga meluap ke daerah sekitarnya.

Faktor utama penyebab banjir di antaranya adalah curah hujan yang tinggi, pertemuan aliran beberapa sungai, sedimentasi yang menyebabkan naiknya muka air sungai, dan rendahnya daya tampung Daerah Aliran Sungai (DAS). Maryono (2005) menyebutkan bahwa degradasi DAS ditunjukkan oleh semakin berkurangnya tutupan hutan, berkurangnya lahan pertanian, meningkatnya pembangunan kawasan hunian, dan bertambahnya area lahan terbuka yang tidak dapat menyerap air secara optimal.

Di Kawasan Lembah Malintang, banjir merupakan permasalahan tahunan yang serius. Fenomena ini biasanya terjadi dua kali dalam setahun, yaitu pada bulan April dan November, dengan durasi hujan sekitar 3 jam per hari namun dengan intensitas yang tinggi, yaitu sekitar 48 mm/hari dan mencapai 3.500–4.500 mm/tahun. Sungai Batang Bayang yang menjadi badan air utama di kawasan ini tidak mampu mengalirkan debit air berlebih ke hilir, sehingga air meluap dan menggenangi pemukiman serta jalan raya.

Permasalahan ini disebabkan oleh keterbatasan kapasitas sungai dan rendahnya daya tampung DAS. Hal ini diperburuk dengan kondisi hidrologi yang tidak terkendali akibat kurangnya vegetasi penahan air, serta pembangunan infrastruktur yang tidak memperhatikan aspek drainase dan aliran air alami. Pramono dkk. (2009) menyatakan bahwa banjir adalah luapan air akibat debit aliran yang melebihi kapasitas normal sungai, yang pada akhirnya menyebabkan genangan di wilayah sekitarnya.

Salah satu komponen penting dalam kajian hidrologi untuk menanggulangi banjir adalah data debit sungai. Namun, pencatatan data debit sungai secara teratur masih sangat minim. Untuk itu, estimasi debit sungai dapat dilakukan melalui pendekatan kesetimbangan air dan penggunaan model-model hidrologi tertentu.

Berdasarkan uraian tersebut, maka penting untuk dilakukan studi mengenai kapasitas Daerah Aliran Sungai (DAS) dan kemampuan sungai dalam menampung limpasan air hujan, khususnya di kawasan Lembah Malintang. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam merancang strategi mitigasi banjir yang tepat berdasarkan kondisi aktual hidrologi wilayah tersebut.

TUJUAN PENELITIAN

1. Menghitung hujan rencana
2. Menghitung debit banjir rencana
3. Mengukur ukuran penampang eksisting sungai Batang Bayang
4. Menghitung dimensi penampang sungai rencana
5. Menghitung kekuatan tebing sungai

LANDASAN TEORI

a. Banjir

Menurut Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2002), banjir didefinisikan sebagai kondisi ketika aliran air meningkat tajam sehingga melampaui kapasitas tampung sungai maupun saluran drainase. Sementara itu, Suripin (2003) menambahkan bahwa banjir muncul ketika air tidak dapat disalurkan secara maksimal melalui saluran alami seperti palung sungai, baik akibat kapasitas yang terbatas maupun karena adanya hambatan aliran. Keadaan tersebut mengakibatkan air meluap dan menggenangi wilayah sekitarnya, terutama dataran banjir.

b. Normalisasi Sungai

Normalisasi sungai merupakan upaya teknis yang dilakukan untuk memperbesar kapasitas sungai dalam mengalirkan air, terutama saat debit banjir meningkat. Tujuan utamanya adalah agar sungai mampu menampung volume air yang lebih besar dan menyalurkannya ke laut atau ke badan air penerima secara lebih efisien, sehingga risiko luapan dapat dikurangi.

Tindakan normalisasi umumnya diterapkan pada segmen sungai yang dinilai sudah tidak mampu mengalirkan debit banjir sesuai kebutuhan. Bentuk dan tipe penampang sungai menjadi aspek penting dalam perencanaan normalisasi. Analisis penampang dilakukan berdasarkan debit banjir rencana, yang kemudian digunakan untuk merancang dimensi saluran. Beberapa parameter yang dihitung antara lain lebar sungai, tinggi muka air, kemiringan dasar, dan elevasi jagaan guna menjamin keamanan aliran.

c. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Menurut Asdak (2010), DAS adalah wilayah daratan yang dibatasi secara topografis oleh punggungan pegunungan, berfungsi untuk menampung, menyimpan, dan menyalurkan air hujan menuju sungai utama hingga bermuara ke laut. Kodoatie dan Sugiyanto (2002) mendefinisikan DAS sebagai satu kesatuan wilayah tata air alami, di mana curah hujan yang jatuh di dalamnya akan mengalir menuju satu titik aliran utama, yaitu sungai.

Definisi formal tertuang dalam PP No. 37 Tahun 2012 tentang Pengelolaan DAS, yang menyatakan bahwa DAS merupakan wilayah daratan yang mencakup satu sistem sungai beserta anak-anak sungainya, berfungsi menampung dan menyalurkan air hujan secara alami ke danau atau laut. Batas DAS ditentukan oleh kondisi topografi daratan, sedangkan di laut mencakup wilayah yang masih dipengaruhi proses hidrologi dari daratan.

Secara umum, wilayah yang mampu menampung, menyimpan, serta menyalurkan air hujan ke sungai utama dan akhirnya ke laut dikenal sebagai Catchment Area atau Daerah Tangkapan Air (DTA). Wilayah ini merupakan bagian penting dari sistem hidrologi karena mengatur besarnya aliran permukaan serta distribusinya.

d. Analisis Hidrologi

Hidrologi merupakan ilmu yang mempelajari air di bumi, mencakup asal-usul, peredaran, distribusi, sifat-sifat, serta hubungannya dengan lingkungan hidup, khususnya makhluk hidup

(Triatmojo, 2010). Ilmu ini banyak diterapkan dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air, antara lain pada pembangunan bangunan air, penyediaan air baku, pembangkit listrik tenaga air, pengendalian banjir, pengendalian erosi-sedimentasi, drainase, transportasi air, hingga pengelolaan limbah.

Data hidrologi merupakan sekumpulan informasi mengenai fenomena hidrologi seperti curah hujan, temperatur, penguapan, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air, kecepatan aliran, serta konsentrasi sedimen. Nilai-nilai tersebut bersifat dinamis karena berubah sesuai waktu (Harto, 1993).

Analisis hidrologi sendiri merupakan tahap awal yang sangat penting dalam perancangan bangunan hidraulik. Informasi yang diperoleh dari analisis ini menjadi masukan utama untuk menentukan ukuran dan karakteristik bangunan. Tanpa pemahaman yang jelas mengenai kondisi hidrologi, hampir tidak mungkin merancang bangunan hidraulik dengan spesifikasi yang sesuai.

e. Analisa Frekuensi dan Curah Hujan Rencana

Menurut Arifin, MS (2010), curah hujan adalah jumlah air yang jatuh ke permukaan tanah dalam kurun waktu tertentu, dengan asumsi tidak terjadi kehilangan akibat proses evapotranspirasi, aliran permukaan, maupun infiltrasi. Satuan yang digunakan untuk menyatakan besarnya curah hujan adalah tinggi air. Curah hujan rencana sendiri didefinisikan sebagai curah hujan harian maksimum yang digunakan dalam perhitungan intensitas hujan.

Selanjutnya, analisis frekuensi curah hujan dilakukan menggunakan metode distribusi probabilitas. Beberapa jenis distribusi yang umum dipakai antara lain Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, serta Log Pearson Tipe III (Kamiana, 2011).

Metode Distribusi Normal

Metode ini digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, dan debit rata-rata tahunan.

Metode Distribusi Log Normal

Merupakan metode yang apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik menjadi persamaan garis lurus dimana nilai variabel X diubah menjadi nilai logaritmik varian X, sehingga dapat dinyatakan sebagai model matematika (Soewarno, 1995).

Metode Gumbel

Metode ini dipergunakan untuk mengulas data maksimum, yang biasanya digunakan untuk penganalisisan frekuensi banjir. Metode Gumbel dilakukan dengan menggunakan harga-harga ekstrim sebagai fungsi distribusi eksponensial ganda menurut suripin (2004).

Metode Distribusi Log Pearson Tipe III

Metode ini sering dipergunakan untuk mengkaji hidrologi terutama dalam hal analisis data maksimum dan data minimum dengan nilai ekstrim.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode observasi yang dipadukan dalam bentuk studi kasus pada Sungai Batang Bayang yang terletak di Kecamatan Lembah Malintang, Kabupaten Pasaman Barat. Data penelitian dikumpulkan melalui survei lapangan secara langsung serta melalui telaah dokumen dari BPSDA, seperti peta topografi dan data ukuran sungai terbaru. Pendekatan kuantitatif dipilih agar dapat menilai tingkat efektivitas penampang Sungai Batang Bayang dalam mengalirkan debit banjir.

Tahapan Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan dalam dua tahap. Pertama, pengumpulan data primer melalui survei lapangan, yang mencakup pengamatan kondisi nyata di lokasi penelitian sekaligus pencatatan dimensi penampang sungai. Kedua, pengumpulan data sekunder yang bersumber dari dokumen instansi terkait, yakni BPSDA.

Langkah Analisis Data

Analisis dilakukan melalui beberapa tahapan berikut:

a. Observasi Lapangan dan Pengukuran

Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui kondisi aktual serta dimensi penampang sungai. Pengukuran dilakukan menggunakan alat sederhana seperti meteran untuk memperoleh data dimensi sungai. Data yang diperoleh kemudian diolah dan dibandingkan dengan hasil analisis data sekunder

b. Analisis Peta

1. Analisis peta Daerah Aliran Sungai (DAS).
2. Analisis Poligon Thiessen, yaitu metode untuk menentukan bobot curah hujan di setiap stasiun. Prinsipnya, tiap stasiun hujan mewakili curah hujan pada suatu wilayah dengan luasan tertentu, serta memperhitungkan faktor koreksi pada data stasiun tersebut.

c. Analisis Hidrologi

Langkah-langkah yang dilakukan dalam analisis hidrologi meliputi:

1. Menentukan curah hujan maksimum tahunan dari data pos hujan.
2. Menghitung hujan rencana dengan analisis frekuensi menggunakan beberapa distribusi, yaitu:
 - a) Distribusi Normal
 - b) Distribusi Log-Normal
 - c) Distribusi Log-Pearson
 - d) Distribusi Gumbel
3. Melakukan uji kecocokan distribusi probabilitas dengan metode:
 - a) Chi-Kuadrat (χ^2)
 - b) Smirnov-Kolmogorov

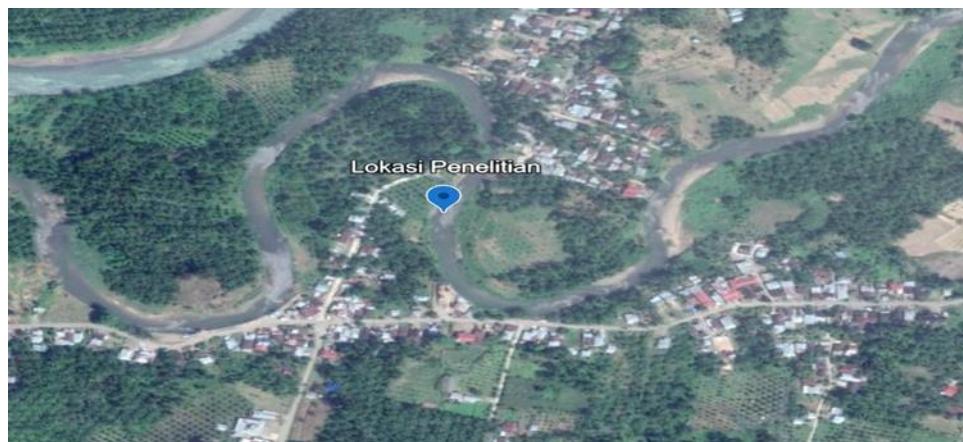
4. Menghitung debit banjir rencana.
5. Melaksanakan analisis hidraulika.
6. Menganalisis kondisi Sungai Batang Bayang.

Analisis Sungai

Dari hasil survei lapangan diperoleh data mengenai lebar sungai (b), tinggi muka air (h), dan tinggi jagaan (f). Selain itu, dicatat pula debit banjir sesaat yang pernah terjadi, misalnya Q_b . Selanjutnya, dihitung kapasitas tampung pada setiap penampang melintang sungai (Q_1). Hasil perbandingan antara Q_b dan Q_1 menentukan potensi limpasan. Apabila $Q_b > Q_1$, maka sungai tidak mampu menampung debit banjir tersebut sehingga terjadi limpasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi Sungai Batang Bayang terletak pada koordinat $0^{\circ}15'42''N$ $99^{\circ}33'12''E$, seperti yang terlihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 1. lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini, Sungai Batang Bayang dipilih sebagai objek kajian untuk dianalisis dari aspek hidrologi dan hidraulika, dengan tujuan memperoleh informasi kuantitatif yang dapat dijadikan acuan dalam penanganan banjir serta perencanaan pengelolaan sungai. Daerah Aliran Sungai (DAS) Batang Bayang memiliki luas tangkapan hujan (catchment area) sekitar 22,69 km^2 .

Metode yang digunakan untuk menghitung curah hujan maksimum harian adalah metode Rata-rata Aljabar. Pendekatan ini dilakukan sebagai tahap awal dalam menentukan curah hujan rencana dan debit banjir rencana. Data yang dipakai berasal dari catatan curah hujan selama 10 tahun terakhir (2015–2024) yang diperoleh dari BPSDA. Dengan metode ini, nilai rata-rata dari beberapa pos hujan dapat dihitung sehingga menghasilkan estimasi curah hujan maksimum harian yang lebih representatif untuk analisis lanjutan.

Tabel 1. Hujan Maksimum Harian Rata-rata

No	Kejadian			Hujan Harian Maksimum (mm)		Hujan Harian Rata-Rata (mm)	Hujan Maksimum Harian Rata-Rata (mm)
	Tahun	Bulan	Tanggal	Stasiun Ujung Gading	Pos Hujan Silapung		
1	2015	6	13	91	0	45,5	72,5
		11	1	20	125	72,5	
2	2016	11	15	85	19	52	79,5
		8	24	16	143	79,5	
3	2017	6	17	201	14,3	107,6	107,6
		8	14	27	121	74	
4	2018	10	11	98	0	49	96
		9	30	18	174	96	
5	2019	11	21	99	0	49,5	101
		9	30	28	174	101	
6	2020	4	3	91	0	45,5	64
		2	14	16	112	64	
7	2021	7	29	91	0	45,5	72,5
		8	9	40	105	72,5	
8	2022	12	13	100	83	91,5	91,5
		8	20	38	121	79,5	
9	2023	11	3	162	130	146	146
		11	3	162	130	146	
10	2024	9	20	153	0	76,5	85
		9	29	0	170	85	

Hasil pengolahan data yang di lakukan untuk mengetahui curah hujan maksimum harian rata-rata menunjukkan besaran curah hujan maksimum terbesar dalam satu tahunnya.

Tabel 2. Rekapan Nilai Curah Hujan Rencana 4 Metode

No	T	Distribusi Normal		Distribusi Log Normal	Distribusi Log Person III
1	2	3	4	5	6
1	2	91,56	88,36	88,92	86,09
2	5	111,36	116,50	107,89	106,9
3	10	121,74	135,13	119,67	121,61
4	25	131,88	156,86	132,12	141,25
5	50	139,89	176,14	143,21	156,67

Berdasarkan Tabel 2, diperoleh hasil perhitungan curah hujan rencana menggunakan empat metode distribusi. Hasil tersebut kemudian akan diuji dengan metode Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov guna menentukan distribusi yang paling sesuai sehingga dapat ditetapkan curah hujan rencana yang terpilih.

Tabel 3. Rekapitulasi Uji Distribusi Probabilitas

Metode	Hasil Uji Distribusi Probabilitas Terhitung				Hasil Uji Distribusi Probabilitas Kritis
	Normal	Log Normal	Log Pearson Tipe III	Gumbel	
Chi Kuadrat	3,00	2,00	2,00	2,00	5,991
Smirnov - Kolmogorof	0,0719	0,0778	0,0762	0,0917	0,412

Berdasarkan hasil analisis menggunakan uji Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov terhadap keempat metode distribusi, diperoleh bahwa distribusi Normal dipilih sebagai dasar penentuan curah hujan rencana. Pemilihan ini didasarkan pada hasil perhitungan yang menunjukkan bahwa distribusi Normal memberikan nilai uji paling kecil dibandingkan dengan metode distribusi lainnya

No	Periode Ulang (Thn)	Metode Weduwen (m ³ /dt)	Metode Hasper (m ³ /dt)	Metode Rasional (m ³ /dt)
1	2	49,52	49,63	38,65
2	5	60,31	60,36	47,01
3	10	64,90	65,99	51,39
4	25	72,36	71,49	55,67
5	50	76,65	75,83	59,05

Berdasarkan Tabel 4, ditunjukkan hasil perhitungan debit banjir rencana menggunakan tiga metode, dengan distribusi Normal sebagai acuan untuk curah hujan terpilih. Dari hasil perhitungan, diperoleh debit banjir lapangan sebesar 57,98 m³/detik, nilai ini cukup mendekati hasil perhitungan metode Hasper untuk periode ulang 5 tahun, yaitu sebesar 60,30 m³/detik. Oleh karena itu, untuk debit banjir rencana periode ulang 25 tahun, digunakan hasil dari metode Hasper, yaitu sebesar 71,49 m³/detik.

Setelah penentuan debit banjir rencana, dilakukan analisis lebih lanjut terhadap gaya-gaya yang bekerja pada tebing sungai, kemudian dilanjutkan dengan perhitungan stabilitas tebing untuk memastikan kondisi keamanan dan ketahanan struktur alami sungai.

$$\begin{aligned}
 Sf &= M_t/M_g \geq 1,5 \\
 &= 29,01/9,72 \geq 1,5 \\
 &= 2,98 \geq 1,5 \text{ dapat diterima (aman terhadap guling)} \\
 Sf &= \Sigma v / \Sigma h \geq 1,5 \\
 &= 12,41 / 3,94 \geq 1,5 \\
 &= 3,14 \geq 1,5 \text{ dapat diterima (aman terhadap geser)}
 \end{aligned}$$

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan serta analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut ini :

- a. Berdasarkan hasil perhitungan analisis curah hujan rencana, distribusi yang terpilih adalah distribusi Normal dengan nilai curah hujan rencana sebagai berikut: periode ulang 2 tahun sebesar 91,56 mm, 5 tahun sebesar 111,36 mm, 10 tahun sebesar 121,74 mm, 25 tahun sebesar 131,88 mm, dan 50 tahun sebesar 139,89 mm.
- b. Debit banjir rencana yang digunakan dalam studi ini adalah untuk periode ulang 25 tahun, diperoleh dengan menggunakan metode Hasper, yaitu sebesar $71,49 \text{ m}^3/\text{detik}$.
- c. Penampang eksisting Sungai Batang Bayang berdasarkan data potongan melintang menunjukkan bahwa rata-rata tinggi tanggul adalah 2,201 m, lebar sungai 13,03 m, dan kemiringan talud 0,5.
- d. Dimensi penampang rencana berbentuk trapesium, dirancang untuk mampu menyalurkan debit banjir dengan tinggi muka air (h) sebesar 2,12 m, lebar dasar sungai (b) sebesar 13 m, serta kemiringan talud (m) sebesar 1.
- e. Untuk perkuatan tebing, digunakan batu kali. Hasil perhitungan stabilitas menunjukkan nilai faktor keamanan terhadap guling sebesar $2,98 \geq 1,5$ (aman) dan terhadap geser sebesar $3,14 \geq 1,5$ (aman)

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, Hary Christiadi., 2002. *Teknik Pondasi 1*. Yogyakarta: Beta Offset. Harto, S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Kamiana, I Made. 2002. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kodoatie, J.K, 2013, *Tata Ruang Air Tanah*, Andy, Yogyakarta.
- Paultar, Ezra Agusman. (2019). Pengendalian Banjir Batang Pangian di Nagari Punggasan Kecamatan Linggo Sari Baganti Kabupaten Pesisir Selatan. *Tugas Akhir Universitas Bung Hatta*.
- Ramadhan, Fachri. (2020). Perencanaan Normalisasi Batang Sungai Limau di Kabupaten Padang Pariaman. *Tugas Akhir Universitas Bung Hatta*.
- Soemarto,C.D. 1999. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.
- Triatmodjo, and Bambang.2009. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset. Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Umar, Z. (2022). *Perencanaan Normalisasi Sungai*. Padang.