"STUDI PENANGANAN BANJIR DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) DI DESA PONTOLO"

Apriani
NPM 201301002
Program Studi Teknik Sipil

Dosen Pembimbing
I. Dr. H.Azis Rachman, ST., MM
II. Ha. Aryati Alitu, ST., MM

ABSTRAK

Kondisi saat ini begitu banyak permasalahan, terutama di kawasan pemukiman selaras dengan perkembangan kehidupan masyarakat yang semakin maju dan modern, serta memerlukan rasa aman terhadap bahaya banjir atau genangan air yang selalu mengancam pada tiap tahun musim penghujan datang khususnya di Kec. Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara, Adapun upaya yang dilakukan untuk mengantisipasi bencana banjir yang terjadi di Desa Pontolo, yaitu dengan membuat tanggul penampung air, sistem sumur resapan yang terhubung dengan sistem drainase, Buanglah sampah pada tempatnya, Membersihkan saluran.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode Rasional Penelitian ini dilakukan di Desa Pontolo kec. Kwandang Kab. Gorontalo Utara, dengan mengumpulkan data dari instansi terkait berupa data curah hujan di stasiun Malingkapoto dari tahun 2007-2016. Langkah perhitungan dengan menghitung Parameter Statistik, Distribusi normal,Distribusi Log Normal, Distribusi Gumbel, Distribusi Log Person III, Curah hujan Rencana dan Uji Smirnov-Kolmogorov.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakuakan dengan menggunakan metode Rasional karena luasan daerah aliran relatif tidak terlalu besar. Maka nilai Q yang di peroleh dari hasil perhitungan Debit Rencana yaitu 0.06856 m^3/ det.

Kata Kunci : Penanganan Banjir, Curah Hujan, Debit Banjir.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Letak geografis Indonesia yang berada antara lempeng Euronesia dan lempeng Euroasia menjadikan sebagian besar wilayah indonesia rawan terhadap bencana alam, kondisi ini merupakan ancaman yang sulit diprediksi dengan perhitungan kapan, dimana, bencana apa yang terjadi, berapa besar bahkan kita tidak dapat memperkirakan estimasi korban jiwa maupun harta benda.

Bencana banjir termasuk bencana alam yang hampir pasti terjadi pada setiap datangnya musim penghujan khususnya di Desa Pontolo Kabupaten Gorontalo Utara. Banyak upaya yang dilakukan oleh pihak pemerintah Gorontalo Utara untuk mengantisipasi bencana banjir yang terjadi di Desa Pontolo, yang melibatkan berbagai sektor terkait, tetapi kejadian banjir tersebut masih terjadi setiap tahun. Banjir juga disebabkan oleh berbagi faktor, yaitu faktor hujan, faktor hancurnya daerah retensi aliran sungai (DAS), faktor kesalahan pembangunan daerah aliran sungai, faktor pendangkalan sungai dan faktor kesalahan tata wilayah dan pembangunan sarana dan prasarana sehingga mengakibatkan daerah tangkapan air (DTA) menyempit dan akibatnya tidak ada lagi daerah resapan air hujan (Maryono, 2005).

Beberapa daerah di Indonesia mengalami peningkatan jumlah populasi manusia karena adanya daya pikat yang mempengaruhi manusia untuk berpindah dari desa ke kota. Lahan-lahan yang sebenarnya untuk daerah preservasi dan konservasi untuk menjaga keseimbangan lingkungan

setempat, diambil alih untuk pemukiman, pabrik-pabrik, industri, dan lainnya, (Kodoatie, 2002).

Mengingat begitu besarnya dampak banjir terhadap banyaknya korban yang dapat ditimbulkan dan pelaksanaan pembangunan maka perlu dilakukan survey pemetaan untuk menentukan daerah rawan banjir untuk mengantisispasi kerugian yang dapat diakibatkan bencana banjir.

Desa Pontolo terletak di Kec. Kwandang Kab. Gorontalo Utara yang mempunyai luas wilayah 416 Ha Desa Pontolo terletak didataran rendah dimana di desa tersebut terdapat 4 dusun yaitu Dusun Pusat,Dusun Dungalio, Dusun Pertamina dan Dusun Kilometer 1. Dusun yang sering terkena banjir yaitu Dusun Pertamina dan Dusun Kilometer1. Penyebab terjadinya banjir di desa itu adalah karena desa Pontolo berada di dataran rendah yang mengakibatkan air limpasan dari desa Pontolo atas masuk di desa Pontolo. Sehingga desa Pontolo tidak dapat menampung aliran air dari perbukitan yang ada di desa tetangga tersebut. Selain itu juga penyebab terjadinya banjir yang lainnya adalah penebangan pohon secara ilegal.Akibat kondisi ini dapat mengakibatkan erosi yang pada gilirannya dapat menyebabkan pendangkalan sistem irigasi dan drainase sehingga mengakibatkan banjir.

1.2. Rumusan Masalah

Masalah daerah rawan banjir di kabupaten Gorontalo utara khusunya di desa pontolo merupakan suatu yang menarik untuk dikaji dan dianalisa.

Dari latar belakang yang telah diuraikan maka yang menjadi rumusan masalah ini adalah:

1. Bagaimana cara menghitung debit banjir di desa pontolo Kec. Kwandang Kab. Gorontalo Utara?
2. Bagaimana upaya yang dilakukan dalam penanganan banjir di desa Pontolo?

1.3. Maksud Dan Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka maksud dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung debit banjir yang ada di desa Pontolo.
2. Merumuskan upaya yang dilakukan dalam penanganan banjir di desa Pontolo.

1.4. Batasan Masalah

Dengan adanya permasalahan diatas, maka ruang lingkup pembahasan dalam laporan tugas akhir ini adalah :

1. Dengan menggunakan Metode kuantitatif yang berbasis perhitungan atau angka-angka dan pengukuran data curah hujan dari instansi terkait.
2. Menghitung debit banjir akibat air hujan dengan kala ulang 5 tahun dengan menggunakan data curah hujan yang diambil dari lokasi studi.

1.5. Manfaat Penulisan

1. Manfaat Praktis
   Dapat menjadi masukan dan bahan kajian ilmiah serta memperkaya khasanah ilmu pengetahuan khususnya Teknik Sipil.
2. Manfaat Teoritis
   Dengan penelitian ini sangat di harapkan dapat memperkecil bahaya banjir yang terjadi di saat musim penghujan, agar dapat menciptakan lingkungan yang sehat.

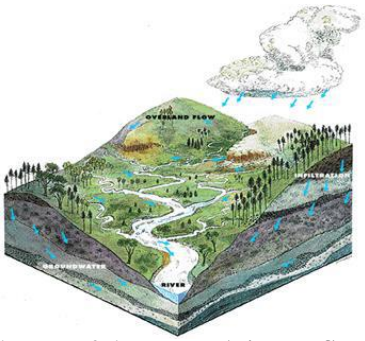
TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Das

Daerah Aliran Sungai disingkat DAS adalah suatu hamparan wilayah/kawasan yang dibatasi oleh topografi (punggung bukit) yang menerima, mengumpulkan air hujan, sedimen dan unsure hara serta mengalirkannya melalui anak - anak sungai dan keluar pada sungai utama ke laut atau danau.

DAS biasanya dibagi menjadi tiga bagian yaitu daerah hulu, tengah,

dan hilir. Fungsi suatu DAS ialah mengalirkan air, menyangga kejadian puncak hujan, melepas air secara bertahap, memelihara kualitas air, dan mengurangi pembuangan massal pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Sungai dapat didefinisikan sebagai saluran di permukaan bumi yang terbentuk secara alamiah yang melalui saluran itu air dari darat menglir ke laut.Permukaan bumi secara alami mengalami erosi begitu muncul ke permukaan. Salah satu faktor penting penyebab erosi yang bekerja secara terus menerus untuk mengikis permukaan bumi, hingga sama dengan permukaan laut adalah air. Air adalah benda cair yang senantiasa bergerak ke arah tempat yang lebih rendah yang dipengaruhi oleh gradien sungai dan gaya gravitasi bumi. Menurut Sandy (1985), dalam pergerakannya air selain melarutkan sesuatu juga mengikis bumi sehingga akhirnya terbentuklah cekungan dimana air tertampung melalui saluran kecil atau besar yang disebut dengan istilah alur sungai.

Suatu kesatuan wilayah tata air yang terbentuk secara alamiah, dimana air akan mengalir melalui sungai dan anak sungai disebut daerah aliran sungai (DAS). Dalam istilah bahasa inggris disebut *Catchment Area, Watershed,* atau *River Basin*.

Analisa Hidrologi

Hujan Kawasan (Daerah Tangkapan Air)

Menurut Sosrodarsono, S. (1976) ada tiga macam cara umum yang dipakai dalam menghitung hujan rata-rata, yaitu:

1. Cara Rata-Rata Aljabar
   Cara ini adalah perhitungan rata-rata secara aljabar curah hujan didalam dan disekitar daerah yang bersangkutan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :
   $$\bar{R} = \frac{1}{\mathrm{n}}\,(R_1 + R_2 + \cdots R_n)$$
   Dimana :
   $\bar{R}$ = Curah hujan daerah (mm)
   n =Jumlah titik-titik pengamatan
   $R_1.R_2....R_n$ = Curah hujan ditiap titik pengamatan
2. Cara Thiessen
   Jika titik-titik pengamatan didalam daerah itu tidak tersebar merata, maka cara perhitungan curah hujan rata-rata itu dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :
   $$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \cdots + A_\mathrm{n}R_n}{A}$$
   Dimana :
   $\bar{R}$ = Curah hujan daerah (mm)
   $R_1.R_2....R_n$ = Curah hujan ditiap titik pengamatan
   A = Bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan
3. Cara Garis Isohyet
   Peta isohyets digambar pada peta topografi dengan perbedaan (interval) 10 sampai 20 mm berdasarkan data curah hujan pada titik-titik pengamatan didalam dan disekitar daerah yang dimaksud. Luas bagian daerah antara dua

garis isohyets yang berdekatan diukur dengan planimeter. Demikian pula harga rata-rata dari garis-garis isohyets yang berdekatan yang termaksud bagian-bagian daerah itu dapat dihitung. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \cdots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \cdots + A_n}$$

Nilai Kritik Q dan R

	$Q/n^{1/2}$			$R/n^{1/2}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,10	1,22	1,42	1,34	1,43	1,60
30	1,12	1,24	1,46	1,40	1,50	1,70
40	1,13	1,26	1,50	1,42	1,53	1,74
50	1,14	1,27	1,52	1,44	1,55	1,78
100	1,17	1,29	1,55	1,50	1,62	1,86
∞	1,22	1,36	1,63	1,62	1,75	2,00

Sumber : (*Harto S, 2000*)

Analisis Curah Hujan

Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinansuatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala-ulang (*returnperiod*) adalah suatu waktu hipotetik dimana hujan dengan suatu besaran tertentuakan disamai atau dilampaui. Dalam hal ini terkandung pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang tersebut. Misalnya, hujandengan kala-ulang 10 tahunan, tidak berarti akan terjadi sekali setiap 10 tahunakan tetapi ada kemungkinan dalan jangka 1000 tahun akan terjadi 100 kalikejadiaan hujan 10 tahunan. Ada kemungkinan selama kurun waktu 10 tahunterjadi hujan 10-tahunan lebih dari satu kali atau sebaliknya tidak terjadi samasekali (Suripin, 2004).

Analisis frekuensi hujan merupakan analisa statistik penafsiran (*statistical inference*) hujan, biasanya dalam perhitungan hidrologi dipakai untuk menentukanterjadinya periode ulang hujan pada periode tahun tertentu. Pada perencanaansumberdaya air, analisis frekuensi hujan ini sangat diperlukan dalam perhitungankejadian banjir rencana apabila pada lokasi yang direncanakan tidak terdapatpencatatan debit maksimum jangka panjang dan terus menerus (Hadisusanto,2011).

1. Parameter Stastik

Analisis frekuensi hujan merupakan analisa statistik penafsiran (*statisticalinference*) hujan, biasanya dalam perhitungan hidrologi dipakai untuk menentukanterjadinya periode ulang hujan pada periode tahun tertentu. Pada perencanaansumberdaya air, analisis frekuensi hujan ini sangat diperlukan dalam perhitungankejadian banjir rencana apabila pada lokasi yang direncanakan tidak terdapat pencatatan debit maksimum jangka panjang dan terus menerus (Hadisusanto,2011).

Menurut **(Suwarno, 1995)** dalam menghitung stastik rumus-rumus yang dihitung adalah sebagai berikut:

a. Mean

Mean merupakan harga rata-rata dari suatu variabel. Harga ini hanya dapat digunakan secara menguntungkan bila sampel terdiri sejumlah observasi yang tidak terlalu besar.

$X=\sum_{i=1}^{n} Xi$……. $\overline{(2.9)}$

b. Standar Devisiasi

Standar devisiasi adalah suatu nilai pengukuran disperse terhadap data yang dikumpulkan untuk jumlah yang kurang dari 100 biasanya digunakan rumus:

$\overline{S} = \frac{\sqrt{(Xi-X)^2}}{n-1}$ ……. (2.10)

c. Koefisisen skewness

Kemencengan adalah mengukur seberapa besar suatu kurva frekwensi dari suatu distribusi tidak simetri atau menceng. Dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$\overline{CS} = \frac{n\sum_{i=1}^{n}(Xi-X)^3}{(n-1)(n-2)(S)^3}$…… (2.11)

Dimana :

$\overline{X}$ = Mean

Xi=Nilai Untuk Pengamatan Tahun Ke-i

n = Jumlah Data

S = Standar Devisiasi

Cs = Koofisien skewness

2. Distribusi frekwensi

a. Distribusi normal

Distribusi Normal juga disebut distribusi Gauss, dimana distribusiny amempunyai fungsi kerapatan kemungkinan:

$\overline{X}_{TR} = X + S.K$…….. (2.12)

b. Distribusi Log Normal

Tipe distribusi normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal yaitu merubah nilai X menjadi nilai Log Varian X Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$Log\ X_{TR} = Log\ X + S_{Log}.K$ …….. (2.13)

c. Distribusi Log person III

Berikut ini adalah langkah-langkah penggunaan Log person III ynag menjadi perhatian Ahli sumber daya air.

1.Ubah data kedalam bentuk logaritmis, X = Log X

2. Hitung harga rata-rata

$\text{Log } X = \frac{\sum_{i=1}^{n}\log Xi}{n}$ ….. (2.14)

3. Hitung harga simpang baku

$S = \{\frac{\sum_{i=1}^{n}(\log Xi - \log X)^2}{n}\}$…… (2.15)

4. Hitung koefisien kemencengan

$Cs_{log} = \frac{n\sum_{i=1}^{n}(\log Xi - \log X)^3}{(n-1)(n-2)S^3}$ (2.16)

5.Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus:

$\text{Log } X_{TR} = \log X + S_{log}.K_{TR\,Cs}$. (2.17)

Dimana:

X_{TR} = Nilai curah hujan pada periode ulang (TR) yang diharapkan

$\overline{X}$ = Mean

S = Standar Deviasi

K =Faktor frekwensi untuk distribusi normal yang tergantung pada tabel distribusi normal

K_{TR} = Faktor frekwensi Gumbel

$K_{.TR.Cs}$ = Faktor frekwensi pearson yang dapat dilihat dari tabel pearson dengan memperhitungkan nilai Cs

$\text{Log } X_{TR}$ = Curah hujan tergantung pada tabel distribusi normal pada Log.

Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering juga disebut juga uji kecocokan non parametric, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut :

a. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.

X_1 = P (X_1)

X_2 = P (X_2)

X_3 =P (X_3), dan seterusnya.

b. Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).

X_1= P (X_1)

X_2= P (X_2)

X_3= P (X_3), dan seterusnya.

c. Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

D = maksimum (P(X_n) – P (X_n))

Analisa Debit Air

Debit Rencana

Menurut Kamiana, I.M (2011), debit rencana (Q_1) adalah debit dengan peroide ulang tertentu (T) yang diperkirakan akan melalui suatu sungai atau bangunan air. Periode ulang adalah waktu hipotetik dimana suatu kejadian dengan nilai tertentu, debit rencana misalnya akan disamai atau

dilampaui 1 kali dalam jangka waktu hipotetik tersebut.

Metode yang banyak digunakan dan juga di sarankan JICA, The Aspalt Institute, AASHTO maupun SNI yaitu metode rasional yang merupakan rumus empiris dari hubungan antara curah hujan dengan besarnya limpasan (debit), yaitu sebagai berikut :

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

Dimana :

Q = Debit banjir limpasan hujan (m^3/det)

C = Koefisien aliran

I = Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerah aliran (km^2)

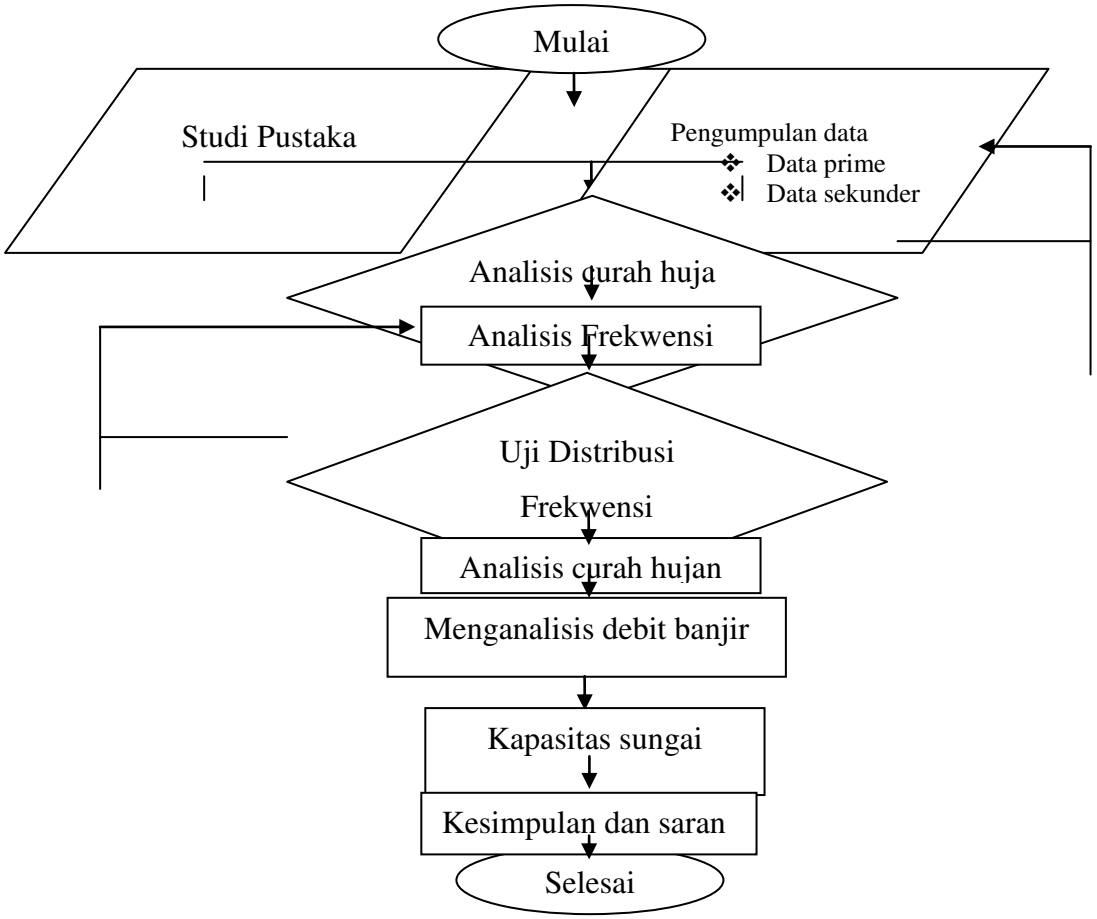
Dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.3 Nilai Kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*)

N	Derajat kepercayaan, a			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	$\frac{1{,}07}{N^{0,5}}$	$\frac{1{,}22}{N^{0,5}}$	$\frac{1{,}36}{N^{0,5}}$	$\frac{1{,}63}{N^{0,5}}$

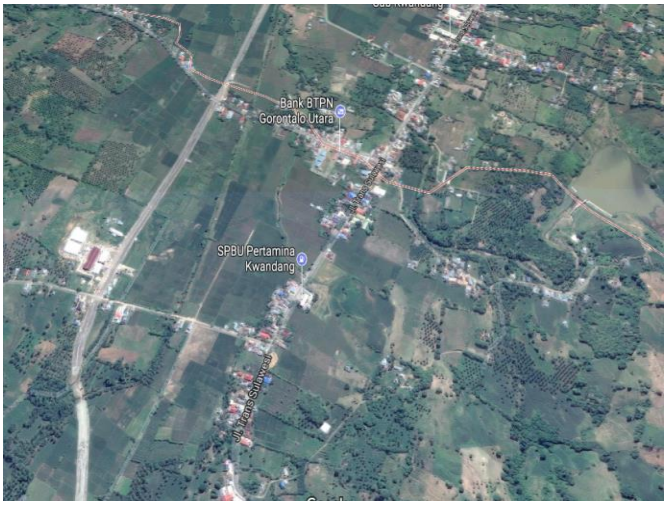
Sumber : Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan(Suripin, 2004)

METODE PENELITIAN

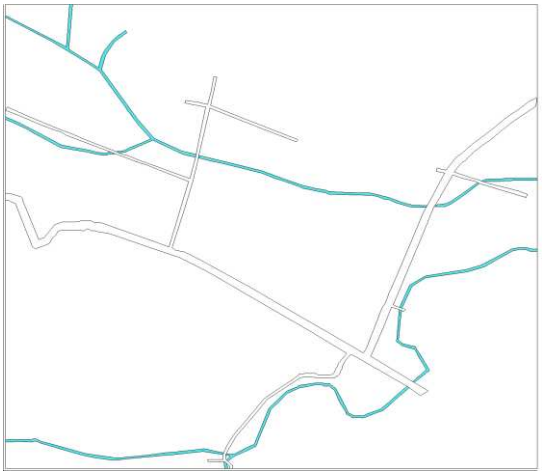


Gambar 3.5 Bagan Alir Penelitian

Lokasi Penelitian



Desa Pontolo Kec. Kwandang Kab,Gorontalo Utara



Desa Pontolo Kec. Kwandang Kab,Gorontalo Utara

PEMBAHASAN

Berdasarkan analisa yang dilakukan diperoleh :

1. Data curah hujan diambil dari stasiun pengamatan malingkapoto. Curah hujan rata-rata diperoleh dengan menggunakan cara rata-rata aljabar.
2. Hasil uji konsistensi data curah hujan menunjukkan bahwa data hujan 1 stasiun yaitu stasiun Malingkapoto memiliki nilai $Q/n^{0.5}$ dan $R/n^{0.5}$ lebih kecil dari nilai kritik Q dan R dalam Tabel 2.1. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data curah hujan tersebut konsisten dan dapat digunakan untuk perhitungan selanjurnya.
3. Perhitungan uji kesesuaian distribusi dengan menggunakan metode uji Smirnov-Kolmogorov memberikan nilai D_{maks} = 0.393 yang lebih kecil dari nilai Do = 0.410. Sedangkan uji Chi-Kuadrat diperoleh nilai x^2 = 5.0 yang lebih kecil dari X^2_{cr} = 5.9910. Dengan demikian distribusi Log Person III dapat diterima untuk menghitung besarnya debit banjir.
4. Debit yang ada pada tiap ruas saluran dari hasil perhitungan memberikan hasil antara 0.068560 m^3/det sampai dengan 1.331510 m^3/det.
5. Perencanaan dimensi saluran dilakukan berdasarkan kondisi saluran yang telah ada dengan asumsi bahwa aliran yang terjadi dalah aliran seragam dengan mengguanakan rumus Manning. Dimensi hasil perhitungan memberikan nilai untuk lebar dasar saluran (b) antara 0.187 m – 1.037 m dan kedalaman saluran (h) antara 0.151 m – 0.837 m.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakuakan dengan menggunakan metode Rasional karena luasan daerah aliran relatif tidak terlalu besar. Maka nilai Q yang di peroleh dari hasil perhitungan Debit Rencana yaitu 0.06856 m^3/ det.

Sedangkan upaya yang dilakukan dalam penanganan banjir sebagai berikut :

1. Membuat drainase yang baik dengan membuat tanggul penampung air, sistem sumur resapan yang terhubung dengan sistem drainase.
2. Perlu adanya perencanaan kembali dalam memperlebar daerah aliran sungai serta rajin membersihkan saluran air. Di wilayah tertentu bisa di adakan gotong royong. Hal ini bertujuan agar saat terjadinya hujan deras air ini tidak akan tersumbat dan mampu mencegah terjadinya banjir.

3. Menjaga lingkungan sekitar yang utama adalah menjaga lingkungan sungai dan saluran.
4. Melaksanakan program tebang pilih dan reboisasi dengan menebang pohon berkayu kemudian ditanam kembali tunas pohon yang baru. Hali ini ditujukan untuk regenerasi hutan dengan tujuan hutan tidak menjadi gundul.

5.2 Saran

Berdasarkan hasi-hasil analisa yang dilakukan, saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut :

1. Pembersihan saluran harus dilakukan untuk mencegah penumpukan sampah pada saluran agar penampang saluran tersebut dapat berfungsi dengan baik sebagaimana biasa.
2. Dimensi saluran harus dilakukan seekonomis mungkin karena walaupun dimensi diperbesar tapi tidak dilakukan sesuai dengan perencanaan yang baik maka saluran tersebut tidak akan mampu penampung kelebihan air dan ada beberapa saluran yang terputus karena tertimbung dengan tanah pada dasrnya tidak beraturan sehinga harus diperbaiki agar dapat berfungsi dengan baik.
3. Berhubung penelitian ini hanya dibatasi pada 2 dusun, namun untuk menangani banjir secara menyeluruh di Kec. Kwandang Kab. Gorontalo Utara maka pada penelitian lebih lanjut perlu adanya sistem dearah aliran sungai (DAS) dan drainase di Gorontalo urata khususnya desa Pontolo.

DAFTAR PUSTAKA

Asdak, Chay, 2002. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gajah Mada Universitas Press, Yogyakarta.

Hartono, 2000. *Comulation Deeviation (Adjused Partial Some).* Penerbit Universitas Diponegoro. Semarang.

Indarto, 2010. *Hidrologi*. Bumi Askara: Jember.

Kamiana, I.M. 2011. *Teknik Perhitugan Debit Rencana Bangunan Air*. Garah Ilmu, Yogyakarta.

Kodatie Rj., Dan R. Syarif. 2005,*Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu.Banjir, Beberapa Penyebab dan metode pengendaliannya dalam perspektif lingkungan.* Yogyakarta. Penerbit Pustaka pelajar.

Maryono, A.2005. Menangani Banjir, Kekeringan, dan Lingkungan. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

Pedoman Skripsi, Rahmawaty Ntau, ST., 2012 "*Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Kota Gorontalo"*, Gorontalo.

Sandy, IM. 1985. *"DAS – Ekosistem Penggunaan Tanah"* Publikasi Direktorat Tata Guna Tanah Depertemen Dalam Negeri.

Soerynegara, I dan A. Inrawan 1980, *ekologi Hutan Indonesia,* Dapertemen Manejemen Hutan Fakultas kehutanan IPB. Bogor.

Sosrodarsono Suyono,Kensaku Takeda, 2003. *Hidrologi untuk pengairan*, Pradnya Paramita, Jakarta.

Suripin. 2004. *Sistem Drainase Yang Berkelanjutan*. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.

Soewarno, 1995, "*Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*", Penerbit Nova, Bandung.

Waryono, T. 2001 *Biografi Struktur atau Bentuk*. Kumpulan Makalah 1987.

Wesli, 2008. *Drainase perkotaan* . Yogjakarta: Beta offsset.

Widyaningsih, T.W, *Lingkungan Fisik Topografi dan Produk Pangan.* Trubus Agirasana, Surabaya.