

PENANGGULANGAN MASALAH BANJIR DI KECAMATAN KOTA BOJONEGORO

Rendra Nurhuda

Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : rendra_lanang@yahoo.co.id

Prof. Dr. Drs. Ir. H. Kusnan, SE., MM., MT.

ABSTRAK

Kota Bojonegoro adalah salah satu kota yang sering terjadi banjir. Menurut data dari Bojonegoro Drainage MasterPlan 2000, Pada Saluran Kota Bojonegoro mengalami Banjir hamper seluruh kota terendam Banjir, itu dikarenakan saluran di Kota Bojonegoro tidak mampu menampung debit air hujan local dan tinggi muka air tanah. Penelitian ini dimaksudkan untuk membandingkan antara kapasitas eksisting pada ruas saluran di Kota Bojonegoro dengan debit rancanganyang dihitung berdasarkan analisis hujan rancangan dengan metode distribusi Log-Pearson tipe III untuk kala 2 tahun, 5 tahun, dan 10 tahun. dari hasil analisis kemudian dilakukan perencanaan penanggulangan banjir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ruas saluran di Kota Bojonegoro ini sudah kurang memadai untuk menerima debit rancangan yang ada, dari 17 ruas saluran yang direncanakan untuk T₅ tahun, terdapat 16 saluran yang tidak mampu menerima debit rancangan yang ada. Perencanaan saluran yang sesuai adalah normalisasi saluran (metode struktural) dengan perencanaan kapasitas dimensi saluran dan profil saluran menggunakan kala ulang 5 tahun karena akan lebih.

Kata Kunci : *Penanggulangan Banjir, Debit Rancangan, Kapasitas Eksisting, Kecamatan Kota Bojonegoro.*

ABSTRAK

Bojonegoro city is one city that often floods. According to data from Bojonegoro Drainage Master Plan 2000, the City Line Bojonegoro suffered flooding almost the entire city submerged in flood. It is because the channel Bojonegoro City can not accommodate local rain water discharge and ground water levels. This study aimed to compare the capacity existing in the channel segment in the City of Bojonegoro the design flow is calculated based on the analysis of the design rainfall. the method of distribution of log-Pearson type III to stage 2 years, 5 years, and 10 years. From later analysis conducted flood mitigation planning. The results showed that the channel segment Bojonegoro City is already inadequate to accept the existing design flow, from 17 channel segment planned for T₅ year, there are 16 channels that are not able to accept the existing design flow. Planning the appropriate channel is channel normalization (methods of structure) with channel dimensions and capacity planning using the channel profiles when the 5 year anniversary as it will be more effective.

Keywords: Flood Control, Debit Design, Existing Capacity, Kecamatan Bojonegoro City.

BAB I PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kabupaten Bojonegoro merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Timur yang terletak pada bagian utara provinsi ini. Wilayah Kabupaten Bojonegoro secara garis besar dibagi dalam dua wilayah yang dipisahkan oleh adanya Sungai Bengawan Solo dengan dataran kemiringan tanah berkisar 0-8% serta terletak didataran rendah pada elevasi + 12.00 – 15.00 M dengan luas wilayah 2.307,06 Ha. Berdasar Topografi wilayah Kecamatan Bojonegoro di bagian utara lebih rendah dibandingkan bagian selatan oleh karenanya semua aliran sungai mengalir kearah utara dengan muara akhir di alur sungai Bengawan Solo.

Secara Administratif wilayah Kabupaten Bojonegoro memiliki luas wilayah sebesar 2.307,06 Ha. Secara administrasi wilayah Kabupaten Bojonegoro terbagi dalam 27 Kecamatan yang terdiri dari 419 desa dan 11 kelurahan. Kota Bojonegoro yang berstatus sebagai Ibukota kabupaten Bojonegoro terletak di Kecamatan Bojonegoro. Kecamatan ini secara administrasi terbagi atas 11 kelurahan dan 7 desa, dengan batas-batas administrasi sebagai berikut :

Sebelah utara : Sungai Bengawan Solo
Sebelah Timur : Kecamatan Kapas
Sebelah Selatan : Kecamatan Dander
Sebelah Barat : Kecamatan Kalitidu

Berdasarkan latar belakang di atas ada permasalahan yang timbul, maka peneliti akan mengambil judul Penanggulangan banjir di kecamatan Kota Bojonegoro.

Rumusan Masalah

1. Berapakah besar debit rancangan untuk perencanaan kapasitas saluran di Kecamatan kota Bojonegoro?
2. Berapakah besar debit rancangan untuk perencanaan kapasitas eksisting pada ruas saluran di Kecamatan Kota bojonegoro?
3. Apakah kapasitas eksisting pada ruas saluran di Kecamatan Kota Bojonegoro saat ini sudah cukup memadai untuk menerima debit rancangan yang ada?

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui kapasitas eksisting pada ruas saluran di Kecamatan Kota Bojonegoro
2. Untuk merencanakan besar debit rancangan untuk perencanaan kapasitas eksisting pada ruas saluran di Kecamatan Kota Bojonegoro

3. Untuk membandingkan antara kapasitas eksisting pada ruas saluran di Kecamatan Kota Bojonegoro saat ini dengan debit rancangan yang ada.
4. Untuk mengetahui sistem penanggulangan banjir yang sesuai untuk mengatasi masalah genangan air atau banjir yang terjadi di Kecamatan Kota Bojonegoro.

Batasan Masalah

1. Curah hujan yang digunakan ada 3 stasiun, diantaranya Bojonegoro, Dander dan Kapas, selama 10 tahun terakhir
2. Perhitungan curah hujan rata-rata menggunakan aritmatik dan analisis hujan rancangan menggunakan metode distribusi frekuensi *log Person* tipe III untuk kala ulang 2, 5 dan 10 tahun.
3. Analisis yang dilakukan adalah analisis kesesuaian antara kapasitas eksisting yang ada dengan debit rancangan
4. Tidak menghitung pengaruh besarnya sedimentasi dan evaporasi serta tidak membahas biaya dan kekuatan konstruksi.
5. Penelitian Dilakukan di Kecamatan Kota Bojonegoro
6. Tidak membahas *catchment area* diluar Kabupaten Bojonegoro.
7. Tidak membahas air luapan atau luberan dari sungai bengawan solo

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Banjir

Banjir merupakan fenomena alam yang biasa terjadi di suatu kawasan yang banyak dialiri oleh aliran sungai. Secara sederhana banjir dapat didefinisikan sebagainya hadirnya air di suatu kawasan luas sehingga menutupi permukaan bumi kawasan tersebut, maka sudah selayaknya permasalahan banjir perlu mendapatkan perhatian secara serius.

1. Curah Hujan Rata-Rata

Hujan rata-rata untuk suatu daerah berdasarkan data hujan dapat dihitung dengan beberapa cara yaitu (Wesli, 2008)

$$R = \frac{1}{n}(R_1 + R_2 + \dots + R_n)$$

Dengan :

R = Curah hujan rata-rata harian maksimum daerah (mm).

n = Jumlah stasiun hujan.

R₁, R₂, ...R_n= Curah hujan pada stasiun penakar hujan (mm).

2. Metode Distribusi Frekuensi Log-Pearson Tipe III

- a. Ubahlah data curah hujan harian sebanyak n buah ke dalam bentuk logaritma (X₁, X₂,

- X_2, \dots, X_n menjadi bentuk logaritma $\log X_1, \log X_2, \log X_3, \dots, \log X_n$).
- b. Hitung rata-rata curah hujan harian dalam bentuk logaritma dengan persamaan sebagai berikut :

$$\overline{\log X} = \frac{\sum_{i=1}^n \log X}{n}$$

dengan:

$\overline{\log X}$ = Nilai rata-rata curah hujan harian dalam bentuk logaritma

n = Jumlah data

- c. Hitung nilai standar deviasi yang terjadi (S_x) dengan persamaan sebagai berikut:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X - \overline{\log X})^2}{(n-1)}}$$

- d. Hitung koefisien kepengcengan (C_s) dengan rumus sebagai berikut:

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\log X - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)S_x^3}$$

- e. Hitung logaritma curah hujan dengan periode ulang T dengan rumus sebagai berikut:

$$\log R_{Tr} = \overline{\log X} + K.S_x$$

3. Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

a. Uji Chi-Kuadrat

Suripin (2003) pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 , yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\chi^2_{hit} = \sum_{i=1}^k \frac{(O_F - E_F)^2}{E_F}$$

dengan:

χ^2_{hit} = parameter chi-kuadrat terhitung.

G = jumlah sub kelompok

O_F = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok f,

E_F = jumlah nilai teoritis /diharapkan pada sub kelompok f.

b. Uji Smirnov-Kolmogorov

Suripin (2003), uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

$$P(\log x_i) = \frac{m}{(n+1)}$$

dengan :

P = Probabilitas/ peluang

m = Nomor urut data yang sudah diurutkan

n = jumlah data

4. Hidrograf Satuan

hidrograf satuan, yang banyak digunakan untuk melakukan perhitungan jumlah curah hujan total, intensitas hujan, dan mengetahui berapa volume air yang melewati pos pengukur debit dalam suatu waktu tertentu. dengan:

T_p : $T_g + 0,8 \text{ tr}$

T_g : $0,40 + 0,058 \times L$ →

untuk $L > 15 \text{ km}$

T_g : $0,21 \times L^{0,7}$ →

untuk $L < 15 \text{ km}$

$T_{0,3}$: $\alpha \cdot T_g$

Q_{\max} : debit puncak banjir ($\text{m}^3/\text{dt}/\text{mm}$)

A : Luas daerah aliran (km^2)

T_p : Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0,3}$: Waktu yang diperlukan pada penurunan debit puncak sampai ke debit sebesar 30% dari debit puncak (jam).

T_g : Time lag, yaitu waktu antara hujan sampai debit puncak banjir (jam).

tr : Satuan waktu hujan (= 1jam)

L : Panjang sungai (km)

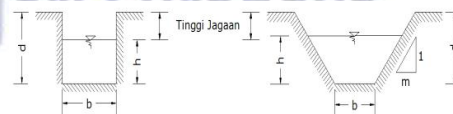
A : Parameter hidrograf

5. Dimensi Penampang saluran

Bentuk penampang melintang (profil melintang) saluran drainase yang umumnya dipakai adalah bentuk trapesium dengan talud, sesuai dengan macam tanah dan kedalaman air. Talud yang lebih terjal harus diberi lapisan penguat (pasangan), dan perbandingan ukuran-ukuran pada profil melintang saluran agar tercapai keadaan hidrolik optimum.

a. Kapasitas Saluran Drainase

Dasar analisa perencanaan dimensi saluran drainase menggunakan beberapa persamaan rumus sebagai berikut:



Gambar 2.2 Bentuk Penampang Saluran Persegi dan Trapesium

1) Rumus luas penampang basah, yaitu :

$$A = \left(\frac{b_1 + b_2}{2} \right) \times h \quad \begin{matrix} \text{(profil segi empat)} \\ \text{(profil trapesium)} \end{matrix}$$

2) Rumus keliling basah, yaitu:

$$P = b + 2h \quad (\text{profil segi empat})$$

$$P = b + 2h\sqrt{m^2 + 1} \quad (\text{profil trapesium})$$

3) Rumus jari-jari hidrolis, yaitu:

$$R = \frac{A}{P}$$

4) Rumus kecepatan aliran, yaitu:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

5) Rumus debit, yaitu.

$$Q = A V$$

Dimana :

- A = Luas penampang basah (m^3)
 b = b1 = b2 = Lebar dasar saluran (m)
 h = Tinggi muka air (m)
 r = Panjang dinding saluran yang miring (m)
 P = Keliling basah (m)
 R = Jari-jari hidrolis (m)
 V = Kecepatan aliran rata-rata dalam saluran (m/detik)
 n = Koefisien kekesatan dinding saluran
 m = Kemiringan dinding saluran
 S = Kemiringan dasar saluran
 Q = debit aliran air (m^3 /detik).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif, yang bertujuan untuk membicarakan dan memecahkan masalah yang aktual, keadaan, peristiwa sebagaimana adanya atau mengungkap fakta secara lebih mendalam.

B. Sumber data dan data penelitian.

Data yang diperlukan pada studi ini adalah:

1. Data dari dinas PU Pengairan, meliputi:
 - a. Data curah hujan harian tahunan
 - b. Data peta topografi daerah studi
2. Data teknis yang diperlukan dari Dinas PU Cipta Karya dan Tata Kota, meliputi:
 - a. Data peta tata guna lahan.
 - b. Data peta masterplan daerah studi.
3. Data non teknis yang diperlukan, meliputi:
 - a. Pengamatan langsung di lokasi banjir dan genangan

b. Informasi kejadian-kejadian yang berhubungan dengan kondisi terjadinya genangan banjir dari penduduk sekitar.

C. Teknik Pengumpulan Data

Dalam penyusunan laporan ini penyusun memperoleh data dengan cara sebagai berikut:

1. Metode Observasi

Metode observasi merupakan bentuk pengamatan secara langsung (data primer) pada

obyek penelitian yaitu Kota Bojonegoro. Pengamatan secara langsung bertujuan untuk menentukan waktu dan lokasi penelitian yang akan dilaksanakan peneliti, atau sering disebut dengan Data-data yang bersifat non teknis.

2. Metode Dokumentasi

Metode Dokumentasi merupakan pengumpulan data dari pihak-pihak yang terkait dengan obyek penelitian terutama untuk mencari data kondisi daerah studi, dan data teknis yang dipergunakan untuk kepentingan penelitian. proses pengumpulan data dengan mengambil gambar/foto.

3. Metode Literatur atau Perpustakaan.

Metode literatur merupakan pengumpulan referensi atau modul yang cukup untuk melakukan penelitian.

D. Teknik analisis data

Dilakukan analisa data dengan cara perhitungan matematis atau statistik terhadap data yang telah diperoleh, baik data yang diperoleh dari instansi, pengamatan, maupun data-data literature

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Umum

Dalam merencanakan usaha penanggulangan banjir, perlu diketahui karakteristik saluran yang diamati, sehingga akan didapat suatu gambaran sistem penanggulangan banjir yang paling tepat untuk diterapkan. Sistem penanggulangan banjir yang akan diterapkan di kecamatan kota bojonegoro, lebih banyak didasarkan pada kondisi lapangannya,

A. Curah Hujan Rata-Rata

Metode yang digunakan dalam perhitungan hujan daerah harian maksimum adalah metode rata-rata aljabar (*Arithmetic main methode*). Pada metode ini tinggi rata-rata curah hujan didapatkan dengan mengambil harga rata-rata hitung dari penakar-penakar hujan dalam area yang diamati.

Tabel 4.5 Hujan Rata-Rata Metode Aritmatik

No	Tahun	Stasiun Hujan Bojonegoro	Dander	Kapas	$\sum H / N$	Urutan Regresi
1	2002	144	87	54	95	139
2	2003	78	102	89	89.67	132.33
3	2004	95	97	85	92.33	111
4	2005	115	108	110	111	106
5	2006	112	68	75	85	96.67
6	2007	95	90	105	96.67	95
7	2008	105	142	150	132.33	92.33
8	2009	123	90	105	106	89.67
9	2010	149	98	170	139	85
10	2011	61	83	92	78.67	78.67

Sumber: Hasil perhitungan

Dengan metode aritmatik didapat:

$$\bar{R} = \frac{1025 \cdot 67}{10}$$

$$= 102.57 \text{ mm/24 jam}$$

Jadi curah hujan rata-rata pada daerah penelitian adalah sebesar 102.48 mm/24jam.

B. Metode Distribusi Frekuensi Log-Pearson Tipe III

Tabel 4.6 Analisis Probabilitas Hujan Log-Pearson Tipe III

No	Tahun	R (mm)	Log X	$\log x - \log \bar{x}$	$\log x - \log \bar{x}$	$(\log x - \log \bar{x})^2$
		X				
1	2002	95	1.97772361	-0.02642993	0.0006983412	-0.0000184624
2	2003	89.67	1.95264717	-0.05150637	0.0026529038	-0.0001366415
3	2004	92.33	1.96534284	-0.03881070	0.0015062705	-0.0000584594
4	2005	111	2.04532298	0.04116944	0.0016949230	0.0000697790
5	2006	85	1.92941893	-0.07473461	0.0055852620	-0.0004174124
6	2007	96.67	1.98529172	-0.01886182	0.0003557682	-0.0000067104
7	2008	132.33	2.12165831	0.11750478	0.0138073725	0.0016224322
8	2009	106	2.02530587	0.02115233	0.0004474210	0.0000094640
9	2010	139	2.14301480	0.13886126	0.0192824507	0.0026775855
10	2011	78.67	1.89580915	-0.10834439	0.0117385060	-0.0012718012
		$\Sigma =$	20.04153336		0.0577694208	0.0024697733

Sumber: Hasil perhitungan

Tabel 4.7 Hasil Analisa Hujan Rancangan Metode log Pearson Tipe III

T_r	P_r	G	Standar Deviasi (S_x)	$\log \bar{x}$	$\log R_x$	R_x
T (Tahun)	(%)					(mm)
2	50	0.0113394	0.08011757	2.00415354	2.0050620	101.1723928
5	20	0.8446681	0.08011757	2.00415354	2.07182629	117.984862
10	10	1.2739957	0.08011757	2.00415354	2.10622297	127.7094319

Sumber: Hasil perhitungan

C. Pemeriksaan Uji Kesesuaian Distribusi Frekuensi

Hasil yang diperoleh dengan jenis distribusi teoritis yang digunakan (LogPearson Tipe III) dapat diuji kesesuaiannya dengan metode pengujian Smirnov-Kolgomorov dan Chi-Kuadrat

1. Uji Chi-Kuadrat

Tahapan pemeriksaan uji kesesuaian distribusi frekwensi dengan metode chi-Kuadrat adalah sebagai berikut

a. Mengurutkan data dari besar ke kecil

b. Menganalisa banyaknya kelas distribusi frekwensi (k) yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} K &= 1 + 3,322 \cdot \log n \\ &= 1 + 3,322 \cdot \log 10 \\ &= 4,322 \end{aligned}$$

Diambil 5 kelas distribusi frekwensi

a. Menghitung *range* (R), yang merupakan perbedaan nilai tertinggi dari data hujan maksimum dengan nilai terendah dari data hujan maksimum, yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} R &= 139.00 - 78,67 \\ &= 60,33 \end{aligned}$$

Menghitung interval kelas (i), yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned} I &= R / K \\ &= 60,33 / 5 \\ &= 12,066 \end{aligned}$$

b. Menghitung besarnya kuadrat hitung yang merupakan kuadrat selisih antara frekwensi yang diamati dengan frekwensi yang diharapkan, yaitu sebagai berikut:

$$X^2_{hit} = \sum_{i=1}^k \frac{(O_F - E_F)^2}{E_F}$$

Tabel 4.9 Perhitungan Uji Chi - Kuadrat

No	Interval Kelas Hujan Daerah Maksimum	E_F	O_F	$(O_F - E_F)^2$	X^2_{hit}
1	78.67 - 90.736	2	3	1	0.5
2	90.736 - 102.802	2	3	1	0.5
3	102.802 - 114.868	2	2	0	0
4	114.868 - 126.934	2	0	4	2
5	126.934 - 139	2	2	0	0
Jumlah total		10	10	6	3

Sumber: Hasil perhitungan

a. Uji Smirnov-Kolmogorov

Suripin (2003), uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Tahapan pemeriksaan uji kesesuaian distribusi frekwensi dengan metode Smirnov-Kolmogorov adalah sebagai berikut:

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

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_3 = P(X_3), \text{ dan seterusnya}$$

$$P(\log x_i) = \frac{m}{(n+1)}$$

dengan :

P = Probabilitas/ peluang

m = Nomor urut data yang sudah diurutkan

n = Jumlah data

misalnya untuk pengamatan pada tahun 2002:

$$P(\log x_i) = \frac{m}{(n+1)} = \frac{1}{(10+1)}$$

$$\text{Besar } P(\log x_i) = 1 - P(\log x_i) = 0.9091$$

a. Menghitung nilai $f(t)$ untuk kurva normal

$$f(t) = \frac{(\log x_i - \log \bar{x})}{\frac{s}{0.080118}}$$

$$f(t) = \frac{(2.143015 - 2.004154)}{0.080118} = 1.7332$$

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

Misalnya untuk pengamatan pada tahun 2002:

$$\text{Peluang teoritis } P'(\log x_i) = 1 - P(\log x_i) = 1 - 0.9608 = 0.0392$$

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

Misalnya untuk pengamatan pada tahun 2002:

$$D = P'(\log x_i) - P(\log x_i) = 0.9582 - 0.9091 = 0.0491$$

- Berdasarkan tabel nilai kritis (Smirnov-Kolmogorov test)

tentukan harga D_0 (tabel 2.3).

Berdasarkan Jumlah data (N) = 10

$\alpha = 5\%$

maka nilai D_0 didapat = 0.41

- Untuk data-data hasil uji Smirnov-Kolmogorov secara lengkap dapat dilihat pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Perhitungan Uji smirnov – Kolmogorov

Tahun	m	x_i	$\log x_i$	$\log \bar{x}$	S	$P(\log x_i)$	$P'(\log x_i)$	$\frac{P(\log x_i) - P'(\log x_i)}{1}$	$P(\log x_i <)$	$P(\log x_i >)$	D
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2002	1	139	2.143	2.004	0.000	0.0909	0.9091	1.7332	0.9582	0.0418	0.0491
2003	2	133.33	2.122	2.004	0.000	0.1818	0.8182	1.4665	0.9292	0.0708	0.1110
2004	3	111	2.045	2.004	0.000	0.2727	0.7273	0.5126	0.6950	0.3050	0.0333
2005	4	106	2.025	2.004	0.000	0.3636	0.6364	0.2640	0.6026	0.3974	0.0338
2006	5	96.67	1.985	2.004	0.000	0.4545	0.5455	-0.2343	0.4052	0.5948	0.1403
2007	6	95	1.978	2.004	0.000	0.5455	0.4545	-0.3989	0.3707	0.6293	0.0838
2008	7	92.33	1.965	2.004	0.000	0.6364	0.3636	-0.4844	0.3156	0.6844	0.0400
2009	8	89.67	1.953	2.004	0.000	0.7273	0.2727	-0.6438	0.2611	0.7389	0.0116
2010	9	85	1.929	2.004	0.000	0.8182	0.1818	-0.9381	0.1762	0.8238	0.0056
2011	10	78.67	1.896	2.004	0.000	0.9091	0.0909	-1.3323	0.0885	0.9115	0.0024
\bar{x}		107.67	2.004								$D_{max} = 0.0491$

Sumber: Hasil perhitungan

6. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Salah satu metode untuk menentukan harga debit hujan suatu daerah yaitu dengan menggunakan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu, untuk langkah-langkah perhitungannya diambil untuk debit hujan daerah Saluran Banjarejo untuk kala ulang 5 tahun, sebagai berikut:

- Dari perhitungan terdahulu, metode log-Pearson tipe III di dapat:

$$R_5 = 117.985 \text{ mm/etmal}$$

- Curah hujan efektif selama 5 jam:

$$R_{24} = \alpha \cdot R_t = 0.6 \times R_{10} = 117.985 \text{ mm}$$

- Tinggi hujan jam-jamnya

$$\text{Jam ke-1} = R = 0.58 \cdot R_{24} = 41,059 \text{ mm}$$

$$\text{Jam ke-2} = R = 0.16 \cdot R_{24} = 11,327 \text{ mm}$$

$$\text{Jam ke-3} = R = 0.10 \cdot R_{24} = 7,079 \text{ mm}$$

$$\text{Jam ke-4} = R = 0.08 \cdot R_{24} = 5,663 \text{ mm}$$

$$\text{Jam ke-5} = R = 0.08 \cdot R_{24} = 5,663 \text{ mm}$$

- Panjang sungai (L) = 1,335 km

- Luas DAS (A) = 7,5 Km²

- $\alpha = 2,5$

- $R_e = 1 \text{ mm}$

- $T_g = 0,21 (L)^{0.7} = 0,8605 \text{ jam}$

- Tr = diambil 1 jam

- $T_p = T_g + (0,8 \cdot T_r)$

$$T_g + (0,8 \times 1) = 1,66 \text{ jam}$$

- $T_{0.3} = \alpha \cdot T_g = 2,5 \cdot 0,8605 = 2,15 \text{ jam}$

$$Q_{maks} = \frac{A R_e}{3,6(0,3 T_p + T_{0.3})} \quad Q_{maks} = \frac{5,49.1}{3,6(0,3 \cdot 1,66 + 2,51)} = 0,576 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Menghitung debit (Q) tiap-tiap jam (t)

a. Kurva naik

$$0 < t < T_p \longrightarrow 0 < t < 1,66 \text{ jam}$$

$$Q = \frac{t^{2.4}}{T_p^{2.4}} \cdot Q_{maks}$$

Penanggulangan Masalah Banjir Di Kecamatan Kota Bojonegoro

Untuk $t = 0,5$ jam =

$$Q = \frac{0,5}{1,66}^{2,4} \cdot 0,576$$

= 0,032 m³/ detik

Untuk $t = 1,66$ jam = Q

= 0,576 m³/ detik

b. Kurva turun

1) Saat $T_p < t < T_p + T_{0,3} \rightarrow$
 $1,66 < t < 1,70$

$$Q = 0,3 \left(\frac{t - T_p}{T_{0,3}} \right) Q_{maks}$$

Untuk $t = 1$ jam =

$$Q = 0,3 \left(\frac{1 - 1,66}{2,15} \right) \cdot 0,576$$

= 0,833 m³/ detik

Untuk $t = 1,70$ jam =

Q=0,563 m³/ detik

2) Saat $T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} \rightarrow$
 $+1.5 \cdot T_{0,3}$
 $1,70 < t < 7,04$

$$Q = \left(0,3 \left(\frac{t - T_p + 0,5 \cdot T_{0,3}}{1,5 \cdot T_{0,3}} \right) \right) Q_{maks}$$

Untuk $t = 1,00$ jam =

$$Q = \left(0,3 \left(\frac{1,8 - 1,06 + 0,5 \cdot 0,64}{1,5 \cdot 0,64} \right) \right) 0,048$$

= 0,366 m³/ detik

Untuk $t = 2$ jam = Q

= 0,339 m³/ detik

Untuk $t = 2,66 = Q$

= 0,265 m³/ detik

3) Saat $t > T_p + T_{0,3} + 1.5 \cdot T_{0,3} \rightarrow$
 $t > 7,04$

$$Q = \left(0,3 \left(\frac{t - T_p + 1,5 \cdot T_{0,3}}{2 \cdot T_{0,3}} \right) \right) Q_{maks}$$

Untuk $t = 3$ jam =

$$Q = \left(0,3 \left(\frac{3 - 1,66 + 1,5 \cdot 2,15}{2 \cdot 2,15} \right) \right) 0,576$$

= 0,1604 m³/ detik

Untuk $t = 4$ jam, Q

= 0,121240 m³/detik

Untuk $t = 5$ jam, Q

= 0,091647 m³/detik

Untuk $t = 6$ jam, Q

= 0,069278 m³/detik

Untuk $t = 7$ jam, Q

= 0,052368 m³/detik

Untuk $t = 8$ jam, Q

= 0,0395861 m³/detik

Untuk $t = 9$ jam, Q

= 0,02992378 m³/detik

Untuk $t = 10$ jam, Q

= 0,02261989 m³/detik

Untuk $t = 11$ jam, Q

= 0,017098762 m³/detik

Untuk $t = 12$ jam, Q

= 0,012925245 m³/detik

Untuk $t = 13$ jam, Q

= 0,0097704121 m³/detik

Untuk $t = 14$ jam, Q

= 0,007385620586580

m³/detik

Untuk $t = 15$ jam, Q

= 0,005582916145487

m³/detik

Untuk $t = 16$ jam, Q

= 0,004220221215286

m³/detik

Untuk $t = 17$ jam, Q

= 0,003190136953847

m³/detik

Untuk $t = 18$ jam, Q

= 0,002411478750791

m³/detik

Untuk $t = 19$ jam, Q

= 0,001822877779120

m³/detik

Untuk $t = 20$ jam, Q

= 0,001377944299331

m³/detik

Untuk $t = 21$ jam, Q

= 0,001041611518779

m³/detik

Untuk $t = 22$ jam, Q

= 0,000787371852825

m³/detik

Untuk $t = 23$ jam, Q

= 0,000449912550835

m³/detik

Untuk $t = 24$ jam, Q

= 0,000449912550835

m³/detik

7. Perhitungan Kapasitas Eksisting pada Ruas Saluran

Contoh perhitungan untuk saluran Primer Banjarejo P0-P10 untuk $T = 5$ tahun:

Diketahui

Panjang Saluran = 500 m, Bentuk Penampang

= Trapesium (Survey dilapangan), Kemiringan

(i) = 0,0003 m, Kekasaran manning (n)

= 0,025 (Tabel 2.5), Kedalaman, lebar bawah,

dan lebar atas secara berurutan, 0.85 m 8.10

m : 9.00 m (Survey Lapangan)

1. Menentukan Luas Penampang (A) = $\left(\frac{b_1 + b_2}{2}\right) h = \left(\frac{8,1+9}{2}\right) 0,85 = 7,27 \text{ m}^2$
2. Keliling Basah (P) = $b + 2h\sqrt{m^2+1}$
 $= 8,1 + (2 \cdot 0,85\sqrt{1^2+1}) = 10,58 \text{ m}$
3. Jari-jari Hidrois (R) = $R = \frac{A}{P} = \frac{7,27 \text{ m}^2}{10,58 \text{ m}} = 0,69 \text{ m}$
4. Kekasaran manning (n) = 0,025
5. Kecepatan aliran = $V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$
 $= \frac{1}{0,025} (0,69)^{2/3} (0,0003)^{1/2} = 0,56 \text{ m/dtk}$
6. Kapasitas saluran (Q) : $V \times A = 0,56 \times 7,27 = 3,916 \text{ m}^3/\text{det}$

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan pembahasan diatas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan kapasitas eksisting pada ruas saluran di Kecamatan Kota Bojonegoro didapat data sebagai berikut:
 - a. Kapasitas Saluran Banjarejo P0-P10 = $3,916 \text{ m}^3/\text{detik}$
 - b. Debit Rencana T= 5 Tahun Banjarejo P0-P10 = $3,379 \text{ m}^3/\text{detik}$
 - c. Kapasitas Saluran Ledok Kulon P0-P10 = $3,379 \text{ m}^3/\text{detik}$
 - d. Debit Rencana T= 5 Tahun Kulon P0-P10 = $2,841 \text{ m}^3/\text{detik}$
2. Ruas saluran di Kecamatan Kota Bojonegoro saat ini sudah kurang memadai untuk menerima debit rancangan yang ada, dari 17 ruas saluran yang direncanakan terdapat 16 saluran yang tidak mampu menerima debit rancangan yang ada (untuk kala ulang 5 tahun).
3. Perencanaan saluran yang sesuai untuk mengatasi masalah genangan air atau banjir yang terjadi di Kecamatan Kota Bojonegoro adalah dengan normalisasi saluran (metode struktural) dengan perencanaan menggunakan kala ulang 5 tahun karena akan lebih efektif mencakup kala ulang 5 tahun. Perencanaan saluran dengan perhitungan kapasitas dimensi rencana saluran dan profil saluran.
4. Berdasarkan perhitungan debit rancangan $Q_{\text{tot}} = Q_{\text{ah}} + Q_{\text{ak}}$ pada ruas saluran di Kecamatan Kota Bojonegoro, didapat data debit rancangan untuk T_5 .
5. Diperlukan upaya untuk mengatasi genangan atau banjir maka diperlukan Normalisasi saluran yang sesuai dengan Debit hujan yang menyebabkan banjir, terutama untuk bagian tengah Kota Bojonegoro.

B. Saran

Berdasarkan pembahasan diatas, maka dapat diberikan beberapa saran untuk perencanaan Saluran di Kecamatan Kota Bojonegoro selanjutnya, sebagai berikut:

1. Dimensi saluran drainase hendaknya direncanakan sesuai dengan luas daerah yang membebani saluran.
2. Perubahan tata guna lahan hendaknya diantisipasi dengan penataan sistem drainase yang baik dan tersedianya kawasan resapan untuk menghindari terjadinya banjir atau genangan.
3. Untuk menciptakan saluran yang baik hendaknya melibatkan peran aktif dan perhatian dari masyarakat setempat dengan merawat dan menjaga kebersihan area saluran.
4. Untuk jangka waktu tertentu kondisi saluran yang ada perlu dievaluasi kembali untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya genangan atau banjir akibat penyempitan saluran oleh sedimen serta perubahan tata guna lahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Kusnan. 2010. *Dasar-Dasar Hidrologi dan Drainase*. Surabaya: Unesa
- Sabariman, Bambang. 1998. *Hidrologi (Bagian:Ekstrapolasi Data Hujan)*. Surabaya: University Press
- Suripin. 2003. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset
- Bidang Cipta Karya Dinas Pekerjaan Umum Bojonegoro. 2000. *Bojonegoro Drainage Master Plan 2008*. Bojonegoro.
- Wesli, 2008 *Drainase Perkotaan*
- Te Chow, 1989 *Drainase Saluran Terbuka (Open Chanel)*
- Soemarto, CD. 1986. *Hidrologi Teknik, Surabaya*
- Jurnal-jurnal ilmu teknik-sistem*
- Kamiana, I made. 2010. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*
- Tim Penyusun. 2006. *Panduan Penulisan dan Penilaian Skripsi Universitas Negeri Surabaya*. Surabaya: Unesa

