

STUDY PENGENDALI BANJIR WILAYAH DUKUH MENANGGAL DENGAN SISTEM SALURAN SUDETAN

Iwan Wahjudijanto dan Nyoman Dita P. Putra
Jurusan Teknik Sipil - UPN "VETERAN" Jawa Timur

ABSTRACT

Flood is a problem which is often faced by the society. The function of many farms have been changed to be settlement. That cause decreasing of the water absorption. Decreasing and doesn't have the capability to surface the rain water because many people directly dig the land as a surface stream. The reason of the channel is at Menanggal Indah that often has flood is the channel that is not able to take the high intensity rain water.

Does the drainage system today need a recycle with use 2 years debit plan and to make Sudetan channel that connect hamlet Menanggal and Frontier channel (Surabaya-Sidoarjo) to conduct the flood? Depend on the analysis data, it get following calculation: Plan debit (Q) 2 year = 15,33 m³ / dtk, and planned [by] Channel dimension of Sudetan with Q = 7,1 m³ / sec, b = 4,5 m of I = 0,003. From the result of calculation, the making to Sudetan channel can accomodate floods debit from the channel of Menanggal Indah to the border channel (Surabaya-Sidoarjo)

Keywords: *floods, channel of Menanggal Indah, channel of sudetan, channel frontier*

ABSTRAK

Banjir merupakan permasalahan yang sering dihadapi oleh masyarakat. Lahan-lahan yang telah banyak berubah fungsi menyebabkan penyerapan air berkurang. Air hujan yang turun sedikit sekali yang mampu diserap tanah, lebih banyak yang mengalir langsung sebagai aliran permukaan. Banjir yang sering terjadi di Saluran Menanggal Indah, dikarenakan kondisi saluran tersebut sudah tidak memungkinkan menampung air hujan dengan intensitas yang tinggi.

Dengan demikian apakah kondisi sistem drainase pada saat ini perlu perencanaan ulang dengan menggunakan debit rencana 2 tahun dan membuat saluran Sudetan yang menghubungkan saluran Menanggal Indah dan saluran perbatasan (Surabaya- Sidoarjo) untuk mengalirkan kelebihan air. Berdasarkan data yang telah dianalisa maka diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut : debit rencana (Q) 2 tahun = 15,33 m³/dtk, dan direncanakan dimensi Saluran Sudetan dengan Q = 7,1 m³/dtk, b = 4,5 m dan I = 0,003. Dari hasil perhitungan, maka pembuatan Saluran Sudetan dapat menampung debit banjir dari saluran Menanggal Indah menuju ke Saluran Perbatasan (Surabaya-Sidoarjo).

Kata Kunci: banjir, saluran Menanggal Indah, saluran sudetan, saluran perbatasan

PENDAHULUAN

Saat ini masalah banjir menjadi masalah besar pada sebagian besar daerah di Indonesia. Penyebab banjir pada satu daerah dengan daerah yang lain sangat bermacam-macam, tetapi beberapa masalah yang ada dapat dikelompokkan menjadi penyebab umum terjadinya banjir antara lain, karena elevasi kontur yang ada (dimana banjir selalu terjadi pada daerah yang mempunyai elevasi terendah). Dimensi saluran air sungai tidak cukup untuk menampung debit aliran sungai yang ada, juga tidak optimalnya saluran drainase yang ada. Untuk mengatasi hal ini terdapat beberapa metode pengendalian atau penanggulangan banjir yang dapat diterapkan.

Pada study ini membahas masalah daerah Dukuh Menanggal. Karena pada daerah tersebut saluran drainase yang ada sekarang, dulunya merupakan saluran irigasi sehingga fungsinya yang dulu sebagai pembagi air untuk mengairi sawah sekarang telah berubah fungsi sebagai saluran drainase. Kali Menanggal Indah mengalir dari hulu sungai Saluran Pagesangan Timur I menuju saluran Menanggal Indah kemudian aliran diteruskan sampai Jalan A.Yani menuju hilir sungai yaitu Saluran Perbatasan Surabaya – Sidoarjo. Sebelum mengalir ke hilir pada saluran Dukuh Menanggal

mengalami penyempitan saluran di jalan A.Yani, sehingga saat musim hujan dengan volume tinggi daerah Dukuh Menanggal menjadi banjir setinggi ± 1 m dari permukaan jalan di daerah Dukuh Menanggal. Banjir menggenangi permukiman warga selama 5 - 7 jam banjir akan surut.

Permasalahan yang dapat ditulis berkenaan dengan banjir yang terjadi di kali Dukuh Menanggal adalah sebagai berikut : Berapa kemampuan aliran kali Dukuh Menanggal pada ruas bagian hulu sampai hilir agar tidak terjadi banjir dan bangunan apa yang dapat digunakan untuk mengalirkan air, agar tidak terjadi banjir pada daerah Dukuh Menanggal.

Maksud dan tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut: Mengetahui kemampuan aliran pada kali Dukuh Menanggal dari ruas bagian hulu sampai hilir agar tidak terjadi banjir. Dan Memberikan alternatif usulan atau rekomendasi untuk pemecahan masalah.

TINJAUAN PUSTAKA

- Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi adalah salah satu bagian dalam perencanaan bangunan – bangunan air. Analisa hidrologi merupakan data awal yang sangat penting dalam analisa selanjutnya.

- Analisa Hujan.

Hujan merupakan komponen masukan yang sangat penting dalam proses hidrologi. Karena tinggi hujan akan menentukan limpasan aliran di sungai atau saluran, baik melalui limpasan permukaan atau sebagai aliran air tanah. Untuk mendapatkan perkiraan debit banjir rencana disuatu penampang sungai atau pada titik kontrol tertentu, maka harus diketahui tinggi hujan rencana dalam hal ini yang perlu diperhatikan adalah analisa data observasi hujan rencana maksimum yang terjadi diseluruh daerah tangkapan air. Di dalam analisa hidrologi umumnya yang dipakai adalah data hujan maksimum rata-rata daerah tangkapan air. Untuk menghitung hujan rata-rata daerah aliran sungai (DAS) dengan data tinggi titik, dapat dihitung dengan salah satu dari beberapa metode yang sering digunakan .

1. Metode Rata-rata Aljabar.

Metode perhitungan dengan rata-rata aljabar merupakan metode yang paling sederhana. Metode ini dipakai pada DAS yang terdapat banyak stasiun hujannya, dan dengan anggapan bahwa daerah tersebut sifat distribusi tinggi hujannya sangat seragam.

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

Dimana :

- \bar{R} = Curah Hujan Daerah (mm).
- n = Jumlah titik-titik (pos-pos pengamatan).
- R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan di tiap titik pengamatan.

2. Metode Polygon Thiessen.

Perhitungan dengan metode Polygon Thiessen dilakukan dengan cara memberikan bobot untuk setiap stasiun hujan dengan pengertian bahwa setiap stasiun hujan dianggap mewakili hujan dalam suatu daerah dengan luas tertentu, dan luas tersebut merupakan faktor koreksi atau disebut koefisien Thiessen.

Cara perhitungannya dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \bar{R} &= \frac{A_1.R_1 + A_2.R_2 + \dots + A_n.R_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \\ &= \frac{A_1.R_1 + A_2.R_2 + \dots + A_n.R_n}{A} \\ &= W_1.R_1 + W_2.R_2 + \dots + W_n.R_n \dots\dots(2) \end{aligned}$$

Dimana:

- \bar{R} = Curah hujan rata-rata DAS.
- R_1, R_2, \dots, R_n = Curah hujan tiap titik pengamatan.
- A_1, A_2, \dots, A_n = Luas daerah yang mewakili tiap titik pengamatan.
- n = Jumlah titik pengamatan.

- Analisa Frekwensi.

Analisa frekwensi dilakukan dengan cara statistik berdasarkan data yang diperoleh dari hasil pencatatan secara berkala pada stasiun hujan. Adapun distribusi yang dipakai dapat ditentukan setelah mengetahui terlebih dahulu karakteristik data yang ada, dimana dalam hal ini data yang dimaksud adalah data curah hujan rata-rata maksimum pada system drainase kali Dukuh Menanggal.

Ada dua jenis distribusi frekwensi yang paling banyak digunakan dalam analisa Hidrologi :

1. Distribusi Gumbel
2. Distribusi Log-person type III

Dari jenis-jenis distribusi frekwensi tersebut dipilih setelah diuji kesesuaiannya dengan ciri statistik masing-masing distribusi frekwensi.

Tabel 1. Karakteristik Distribusi Frekwensi

Jenis Frekwensi	Distribusi	Syarat Distribusi
1.	Distribusi Gumbel	Cs = 1,139 Ck = 5,402
2.	Distribusi Log-Pearson Type III	Cs dan Ck bebas

1. Metode Distribusi Gumbel

Distribusi tipe 1 Gumbel atau disebut juga dengan distribusi ekstrim tipe 1, umumnya juga dipakai untuk menganalisa

frekwensi banjir dengan persamaan :
 (Soewarno, 1995)

$$X = \bar{X} + \frac{(Y - Y_n)}{S_n} .S \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

\bar{X} = Nilai varian yang akan terjadi.

\bar{X} = Nilai rata-rata hitung varian.

Y = Nilai reduksi varian dari variable pada periode ulang tertentu.

$$Y = -\ln \left[\frac{-\ln T - 1}{T} \right] \dots\dots\dots(4)$$

Untuk $T \geq 20$, maka $Y = \ln.T$

Y_n = Nilai rata-rata dari reduksi varian yang nilainya tergantung dari jumlah data yang ada.

S_n = Deviasi Standart dari reduksii varian yang nilainya juga tergantung dari jumlah data yang ada.

1. Mencari harga deviasi standar (S_x)

$$= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots (5)$$

2. Harga Koefisien variasi (C_v)

$$= \frac{S_x}{\bar{X}} \dots\dots\dots (6)$$

3. Harga koefisien asimetri (C_s)

$$= \frac{n \sum (X_i - \bar{X})^3}{(n-1).(n-2).S_x^3} \dots\dots\dots (7)$$

4. Harga kuortis (Ck)

$$= \frac{n^2 \sum (Xi - \bar{X})^4}{(n-1).(n-2).(n-3).Sx4} \dots (8)$$

2. Metode Distribusi Log Pearson Tipe III

Perhitungan dengan menggunakan metode Log Pearson Type III menurut buku Hidrologi Teknik, oleh Ir. C.D. Soemarto, B.I.E Dipl.H, hal.152 adalah:

$$\text{Log } X_T = \text{log } X + G \cdot S_1 \dots (9)$$

Dimana :

X_T = Curah hujan dengan kala ulang T tahun.

Log X = Harga rata – rata.

S_1 = Standar deviasi .

G = Koefisien, yang harganya tergantung pada nilai asimetri (Cs) dan retrun periode (T).

1. Mencari harga $\log \bar{x}$

$$\log \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log x}{n} \dots (10)$$

2. Mencari harga standar deviasi (S_1)

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log x - \log \bar{x})^2}{n-1}} \dots (11)$$

3. mencari harga variasi (C_v)

$$C_v = \frac{S_1}{\log x} \dots (12)$$

4. Mencari harga asimetri (Cs)

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\log x - \log \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S_1^3} \dots (13)$$

5. Mencari harga kurtosis (Ck)(14)

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n (\log x - \log \bar{x})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S \log_x)^4}$$

- Perumusan Debit Banjir Metode Nakayasu

Hidrograf satuan sintesis adalah suatu hidrograf satuan sintesis yang dibuat hanya berdasarkan informasi data karakteristik dari suatu DAS.

Karena data yang tersedia hanya data curah hujan saja, yang diperoleh dari pengamatan curah hujan dan memperkirakan debit banjir rencana dengan metode hidrograf satuan sintesis. Metode yang dipakai salah satunya adalah Nakayasu, perumusan adalah sebagai berikut :

$$Qp = \frac{CARo}{3,6(0,3Tp + T_{0,5})}$$

$$Tp = tg + 0,8 tr \dots (15)$$

Bila panjang alur sungai :

$$L < 15 \text{ km, maka : } tg = 0,21 L^{0,7}$$

$$L > 15 \text{ km, maka : } tg = 0,4 + 0,058 L$$

$$tr = 0,5 \text{ tg sampai tg}$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot tg$$

$$Qa = Qp (t / Tp)^{2,4}$$

Bagian lengkung turunnya (*decreasing limb*) :

$$Qd1 = Qp \cdot 0,3 \left(\frac{t - Tp}{T_{0,3}} \right)$$

$$Qd2 = Qp \cdot 0,3 \left(\frac{t - Tp + 0,5T_{0,3}}{1,5T_{0,3}} \right)$$

$$Qd3 = Qp \cdot 0,3 \left(\frac{t - Tp + 1,5T_{0,3}}{2,0T_{0,3}} \right) \dots (16)$$

Dimana :

Qp = debit puncak banjir (m³/det/mm).

C = Koefisien pengaliran.

A = Luas DPS (Km²).

Ro = Hujan satuan (1 mm).

Tp = tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam).

T_{0,3} = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit dari debit puncak sampai 30% dari debit puncak (jam).

- Dimensi Saluran Drainase

Dimensi saluran drainase tergantung pada kapasitas air, yaitu jumlah air yang perlu dibuang (Q), karakteristik saluran (n,C,K), dan topografi daerah (i).

Dimensi saluran hitung dengan perumusan Manning. Hubungan dasar untuk aliran seragam dinyatakan dengan Manning dengan rumus sebagai berikut : (Anggrahini,1997)

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times S^{1/2} \dots\dots\dots(17)$$

Dimana :

V = Kecepatan rata-rata saluran (m/dtk).

n = Koefisien kekasaran Manning.

R = Jari-jari hidrolis (m).

S = Kemiringan Saluran.

Perumusan yang lain adalah :

$$Q = A \times V$$

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{1/2} \times S^{1/2} \times A \dots\dots\dots (18)$$

Dimana :

Q = Debit air (m³/detik).

V = Kecepatan rata-rata saluran (m/detik).

A = Luas penampang (m²).

- Analisa Profil Aliran

Perhitungan ini dilakukan pada kondisi setelah diadakan perbaikan dimensi sungai. Sedangkan perhitungan profil aliran setelah perbaikan atau perencanaan dilakukan untuk mengetahui apakah pasang surut air tersebut masih berpengaruh dan menyebabkan banjir pada kanan kiri sungai.

Metode yang digunakan pada analisa pasang surut adalah “Metode Tahapan Langsung (direct step)”. Adapun metode tahapan langsung dapat diuraikan sebagai berikut :

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

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$E = \left(\frac{h + V^2}{2.g} \right)$$

$$If = \left(\frac{n^2 . V^2}{R^{4/3}} \right)$$

$$\Delta x = \frac{\Delta E}{(I_o - If)}$$

$$\Delta E = E_1 - E_2$$

$$\bar{If} = \frac{If_1 + If_2}{2} \dots\dots\dots(19)$$

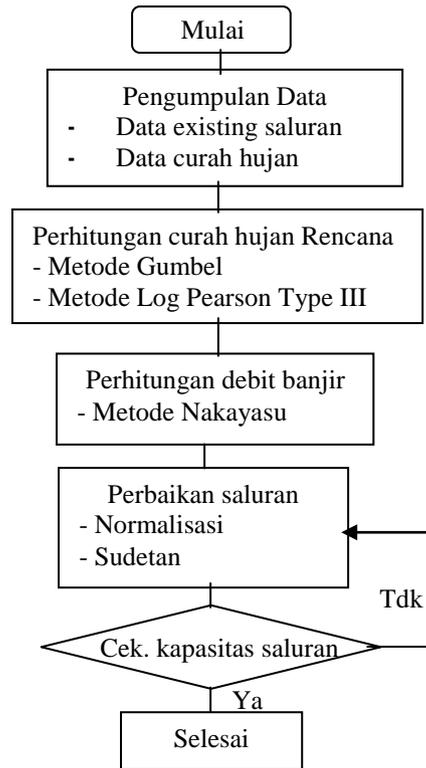
Dimana :

- E = Energi Spesifik
- If = Kemiringan geser dasar saluran.
- Io = Kemiringan asli saluran
- Δx = Panjang bagian saluran yang ditinjau
- A = Luas penampang
- z = Kemiringan talud
- R = Jari-jari hidrolis
- b = Lebar mercu (m)
- g = Percepatan gravitasi (m/det²)
- h = Kedalaman air (m)
- α = Koefisien energi
- V = Kecepatan rata-rata (m/det)
- Q = Debit (m³/det)

- P = Keliling basah (m)
- n = Angka kekasaran Manning
- I = Kemiringan Sungai
- ΔE = Kehilangan energi

METODOLOGI

Tahapan-tahapan penelitian



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

Tahap-tahap yang dilakukan dalam menyelesaikan penelitian ini sesuai dengan bagan alur penelitian diatas adalah sebagai berikut :

- mengumpulkan data, yang terdiri dari data eksisting saluran dan data curah hujan
- menghitung curah hujan dengan metode gumbel dan metode log pearson type III
- menghitung debit banjir dengan metode Nakayasu
- memperbaiki saluran dengan cara normalisasi dan sudetan berdasarkan hasil analisa perhitungan curah hujan dan debit banjir.
- Memeriksa ulang hasil perbaikan sudah sesuai atau tidak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam perencanaan Saluran Sudetan pada Saluran Menanggal Indah ini memakai metode rata – rata aljabar dengan menggunakan data curah hujan selama 15 tahun yaitu mulai tahun 1990 sampai 2005 dari tiga stasiun pengamat :

1. Stasiun Gunung Sari.
2. Stasiun Kebon Agung.
3. Stasiun Ketegan.

Tabel 2. Curah Hujan Harian Maksimum Rata-rata.

No	Tanggal Kejadian	Stasiun Ketegan	Stasiun Kebon Agung	Stasiun Gunung Sari	$\bar{R} =$
		R ₁ (mm)	R ₂ (mm)	R ₃ (mm)	
1	2 -1-1991	200	97	107	134,667
2	17-3-1992	88	112	57	85,667
3	02 -5-1993	97	0	91	62,667
4	25 -3-1994	100	90	88	92,667
5	01-2-1995	115	9	150	91,333
6	09-2-1996	104	72	57	77,667
7	13-2-1997	95	87	30	70,667
8	13 -2-1998	80	0	83	54,333
9	01-1-1999	110	67	0	59,000
10	23-12- 07	84	53	0	45,667
11	21-1- 01	90	87	45	74,000
12	30-1- 02	105	60	113	92,667
13	15 -2-03	90	68	41	66,333
14	14 -3-04	90	58	48	65,333
15	24 -11-05	114	105	45	88,000

- Perhitungan Distribusi Hujan

Dari hasil perhitungan diperoleh :

1. Metode Gumbel
Cs = 1,165, Ck = 5,867
2. Metode Log Pearson Type III
Cs = 0,924, Ck = 3,983

Dalam perencanaan curah hujan ini menggunakan Metode Log Person Type III, karena Cs dan Ck memenuhi syarat pada distribusi frekuensi.

Tabel 3. Besar curah hujan dengan metode Log Pearson Type III

Kala Ulang T (Tahun)	Besar Curah Hujan (X_T) mm
2	71,840
5	91,813
10	106,990
25	128,465
50	146,217
100	165,509
200	186,622
1000	244,262

Tabel 5. Rata – rata Hujan pada Jam ke T.

T Jam	R_T	$T \cdot R_T$	$(t-1) \cdot R_{(t-1)}$	$R't$
1	0,5503	0,5503	0,0000	0,5503
2	0,3467	0,6934	0,5503	0,1431
3	0,2646	0,7938	0,6934	0,1004
4	0,2184	0,8736	0,7938	0,0798
5	0,1882	0,9410	0,8736	0,0674
6	0,1667	1,0002	0,9410	0,0592

- Perhitungan Debit Banjir Metode Sintetik Nakayasu

Tabel 4. Debit Banjir Metode Sintetik Nakayasu

NAMA DAS*	T_P Jam	$T_{0.3}$ Jam	Q_P m^3/dt
I	1.538	1.472	0.500
II	1.253	0.906	0.390
III	1.200	0.800	1.914

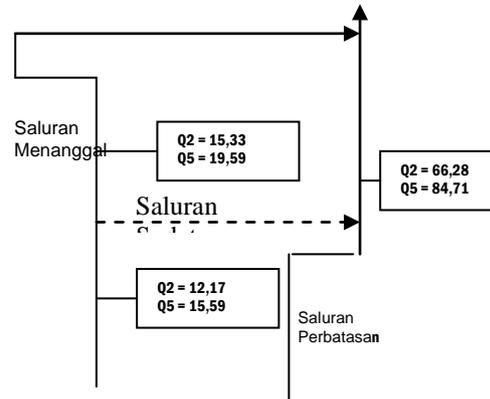
Catatan :

DAS I = DAS menanggal Indah I dengan panjang sungai = 6 km < 15 km

DAS II= DAS menanggal Indah II dengan panjang sungai = 3 km < 15 km

DAS III = DAS saluran perbatasan Suabaya- Sidoarjo panjang sungai = 2.5 km < 15 km

- Distribusi Curah hujan Efektif Jam - jaman



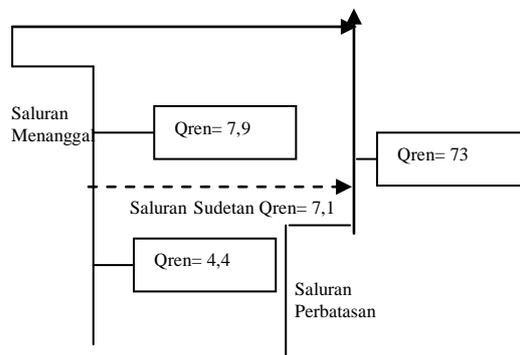
Gambar 2. Debit Rencana pada Saluran Menanggal I, II dan Perbatasan

- Analisa Hidrolika

Kondisi Ekisting Kapasitas Sungai

Kondisi penampang asli sungai tidak mampu menampung debit aliran. Hal ini disebabkan sedimentasi dan penyempitan DAS Saluran Menanggal Indah oleh material-material yang terbawa banjir terhadap kapasitas penampang sungai.

Debit Exiting pada Kali Menanggal Indah I mampu menampung air dengan $Q = 4,86 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Sedangkan pada kali Menanggal Indah II akan direncanakan normalisasi.



Gambar 3. Skema Debit pada Saluran Drainase

Perbaikan saluran Menanggal II

Direncanakan pelebaran pada Saluran Menanggal Indah II menggunakan:

$Q = 7,9 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dengan $b = 4 \text{ m}$

$h = 1.59 \text{ m}$ (dengan coba-coba)

Perbaikan saluran Perbatasan

Direncanakan normalisasi DAS Saluran Perbatasan Surabaya-Sidoarjo menggunakan :

$Q = 73,1 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dengan $b = 15 \text{ m}$

$h = 2.57 \text{ m}$

Perencanaan Saluran Sudetan

Dari hasil Analisa Hidrolika antara Saluran Menanggal Indah dan Saluran Perbatasan Surabaya-Sidoarjo direncanakan Saluran Sudetan dengan menggunakan :

$Q = 7,1 \text{ m}^3/\text{dtk}$,

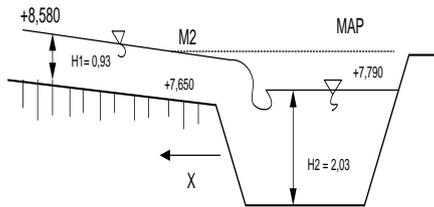
$b = 3 \text{ m}$ (direncanakan) ,

$I = 0,003$

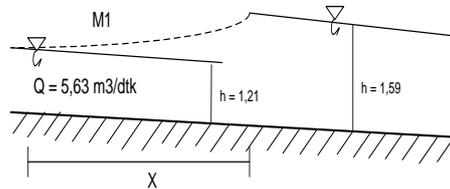
$h = 1.44 \text{ m}$ (dengan coba-coba)

Perhitungan Profil Aliran

Profil aliran yang terjadi pada muara sudetan berbentuk M2, dan profil aliran disaluran Menanggal I dan menanggal II berbentuk M1 (back Water), jarak back Water sejauh 228,79 m



Gambar 4. Profil Aliran Saluran Sudetan menuju Saluran Perbatasan



Gambar 5. Profil Aliran Saluran Menanggal Indah I dan II

SIMPULAN

Setelah dilakukan perhitungan dan analisa tentang perencanaan saluran Sudetan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi existing saluran Menanggal Indah tidak dapat menampung air, khususnya pada musim penghujan, karena kapasitas yang ada sebesar $4,86 \text{ m}^3/\text{dtk}$ sedangkan debit banjir rencana minimum sebesar $15,33 \text{ m}^3/\text{dtk}$ dan debit maksimum sebesar $31,2 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Jadi kapasitas yang ada tidak mampu menampung air, sehingga mengakibatkan banjir pada tiap tahun.
2. Untuk menampung debit air, maka dibuat suatu dimensi baru dan saluran Sudetan yang sesuai dengan kondisi yang ada, debit rencana menggunakan Q_2 tahun sebesar $15,33 \text{ m}^3/\text{dtk}$. Untuk pembuatan dimensi baru pada saluran Dukuh Menanggal, maka perlu adanya perbaikan pada saluran Dukuh Menanggal dan Saluran Perbatasan dengan cara pengerukan dan pelebaran saluran. Adapun dimensi saluran untuk masing-masing daerah ialah :
 - a. Saluran Menanggal Indah II :
 Debit rencana (Q) = $7,9 \text{ m}^3/\text{dtk}$
 Lebar dasar (b) = 4 m
 Kemiringan dasar (I) = $0,0009$
 - b. Saluran Sudetan :
 Debit rencana (Q) = $7,1 \text{ m}^3/\text{dtk}$
 Lebar dasar (b) = $4,5 \text{ m}$
 Kemiringan dasar (I) = $0,003$
 - c. Saluran Perbatasan :
 Debit rencana (Q) = $73,1 \text{ m}^3/\text{dtk}$
 Lebar dasar (b) = 16 m
 Kemiringan dasar (I) = $0,002$
3. Pembuatan Saluran Sudetan merupakan alternatif yang tepat untuk sementara waktu. Karena untuk mengalirkan air dari saluran Menanggal Indah ke saluran Perbatasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Angraini, “ Hidrolika Saluran Terbuka “,
Citra Media 1995.
- CD. Soemarto, “Hidrologi Teknik”, Usaha
Nasional, Surabaya, 1986
- Chow, Ven Te, “ Hidrolika Saluran
Terbuka”, Erlangga, Jakarta 1989.
- Harto,Sri, “ Hidrologi Terapan”
Universitas Gadjah mada,
Yogyakarta, 1980
- Soewarno, “ Hidrologi Operasional “PT.
Citra Aditya Bakti, Bandung, 2000
- Soemarto, CD, “ Hidrologi Teknik” PT,
Erlangga, Jakarta, 1995