

**ANALISA HIDROLOGI dan REDESAIN SALURAN PEMBUANG
CILUTUNG HULU KECAMATAN CIKIJING
KABUPATEN MAJALENGKA**

Ai Silvia

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Majalengka

Email: silviahuzaiman@gmail.com

Abstrak

Hujan adalah komponen masukan penting dalam proses hidrologi. Karakteristik hujan di antaranya intensitas, durasi, kedalaman dan frekuensi. Intensitas yang berhubungan dengan durasi dan frekuensi dapat di ekspresikan dengan kurva Intensity Duration Frequency (IDF).

Data yang di perlukan berupa data curah hujan dan data tata guna lahan. Data curah hujan yang di duanakan adalah data curah hujan harian dan yang tercatat pada stasiun hujan. Dalam Penelitian ini, Curah hujan di hitung dengan analisis frekuensi yang di mulai dengan menentukan curah hujan maksimum rata-rata dengan metode Log Pearson Type III, Kemudian menghitung parameter statistik untuk memilih distribusi yang paling cocok dengan metode Chi Kuadrat. Intensitas di hitung dengan mempergunakan metode Mononobe, dan untuk meng hitung debit puncak dengan metode rasional.

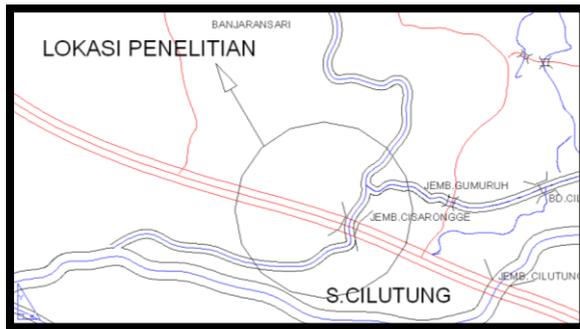
Redesain saluran dihitung menggunakan rumus aliran Strickler / Manning

Kata kunci: Distribusi hujan, Intensitas, Debit Puncak.

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang paling berharga, karena tanpa air tidak mungkin terdapat kehidupan. Akan tetapi pada suatu saat dalam bentuk hujan lebat dan banjir air juga dapat menjadi benda perusak, menimbulkan kerugian dan menghanyutkan tanah yang subur.

Lokasi penelitian yang dilakukan yaitu berada di Desa Banjaransari Kecamatan Cikijing Kabupaten Majalengka.



Peta Lokasi Penelitian

Banjir yang terjadi setiap musim penghujan berdampak pada kerusakan sarana fasilitas umum, kebun, dan daerah pemukiman terutama jalan kabupaten dan beberapa hektar sawah milik warga tergenang air hujan yang menyebabkan keterlambatan panen bahkan gagal panen, drainase saluran yang kurang efektif yang mengakibatkan jalan raya Cikijing-Talaga tepatnya desa Banjaransari dan Kasturi (lihat Peta Lokasi Penelitian) sering terjadi banjir dengan ketinggian mencapai 50 – 70 cm.

Terjadinya banjir pada setiap musim penghujan yang mengakibatkan kerusakan sarana fasilitas umum, kebun, sawah dan pemukiman terutama jalan kabupaten karena adanya sedimentasi dan drainase saluran yang kurang efektif sehingga perlu analisa hidrologi dan redesain kapasitas penampang saluran pembuang yang berada di kawasan Sungai Cilutung Hulu Kecamatan Cikijing Kabupaten Majalengka.

Analisa Hidrologi

1. Perhitungan Curah Hujan Maksimum Rata-rata dengan Menggunakan Metode Rata-rata Aljabar

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n}{n}$$

Dimana :

\bar{R} = curah hujan rata-rata (mm)

R_1, R_2, \dots, R_n = besarnya curah hujan pada masing-masing stasiun (mm)

n = banyaknya stasiun hujan

Tabel Perhitungan curah hujan

No.	Tahun	Stasiun hujan Cikijing	Stasiun hujan Rawa	X
1	1995	48	74	61
2	1996	55	65	60
3	1997	67	68	68
4	1998	56	57	57
5	1999	60	52	56
6	2000	67	61	64
7	2001	49	58	53
8	2002	73	53	63
9	2003	63	69	66
10	2004	81	81	81
11	2005	83	63	73
12	2006	77	65	71
13	2007	52	65	58
14	2008	56	54	55
15	2009	55	53	54
16	2010	74	70	72
17	2011	88	76	82
18	2012	73	65	69
19	2013	52	60	56
20	2014	78	74	76
21	2015	66	64	65

2. Perhitungan Curah Hujan dengan Metode Distribusi Gumbel, Normal, Log normal, Log pearson tipe III

- Hitung nilai rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{1360,452}{21} = 64,783$$

- Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{1493,066}{20}} = 8,640$$

- Koefisien Kemencengan / Skewness

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{21 (1493,066)}{(21-1)(21-2) 8,640^3} = 0,13$$

- Pengukuran Kurtosis

$$C_K = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{21} (230899,333)}{8,640^4} = 1,97$$

- Koefisien Variasi

$$C_V = \frac{S}{\bar{X}} = \frac{8,640}{64,783} = 0,133$$

Untuk distribusi log normal dan log person tipe III varian x dirubah menjadi nilai logaritmik varian x.

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log X}{n} = \frac{37,97}{21} = 1,8078$$

$$S \log x = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,065}{20}} = 0,057$$

$$C_S = \frac{n \cdot \sum (\log x - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)S \log x^3} = \frac{21 \cdot 0,00103}{20 \cdot 19 (0,057)^3} = 0,3076$$

Tabel Hasil perhitungan parameter statistic suatu distribusi

No.	Distribusi	Persyaratan	Hasil	Ket.
1	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$	$C_s = 0,13$ $C_k = 1,97$	Ditolak
2	Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$	$C_s = 0,13$ $C_k = 1,97$	Ditolak
3	Log Normal	$C_s = C_s^3 + 3 C_s = 20,771$ $C_k = C_s^6 + 6 C_s^3 + 15 C_s^4 + 16 C_s^2 + 3 = 2748,2$	$C_s = 0,4$ $C_k = 3,29$	Ditolak
4	Log Pearson Tipe III	Selain dari nilai diatas		Diterima

Uji Sebaran Distribusi Probabilitas dengan Metode Chi-Kuadrat

Tabel Rekapitulasi nilai X^2 (hitung) dan X_{cr}^2 (tabel)

Distribusi Probabilitas	X^2 terhitung	X_{cr}^2	Keterangan
Gumbell	2,714	7,815	Diterima
Normal	2,142	7,815	Diterima
Log normal	0,998	7,815	Diterima
Log person tipe III	6,143	7,815	Diterima

Tabel nilai kritis Chi-kuadrat

Dk	Nilai α									
	0,9	0,8	0,7	0,5	0,3	0,2	0,1	0,05	0,01	
1	0,0158	0,0642	0,1480	0,4550	1,0740	1,6420	2,7060	3,8410	6,6350	
2	0,2110	0,4460	0,7130	1,3860	2,4080	3,2190	4,6050	5,9910	9,2100	
3	0,5840	1,0050	1,4240	2,3660	3,6550	4,6420	6,2510	7,8150	11,3450	
4	1,0640	1,6490	2,1950	3,3570	4,8780	5,9890	7,7790	9,4880	13,2770	
5	1,6100	2,3430	3,0000	4,3510	6,0640	7,2890	9,2360	11,0700	15,0860	
6	2,2040	3,0000	3,8280	5,3480	7,2310	8,5590	10,6450	12,5920	16,8120	
7	2,8330	3,8220	4,6710	6,3460	8,3830	9,8030	12,0170	14,0670	18,4750	
8	3,2900	4,5940	5,5270	7,3440	9,5240	11,0300	13,3620	15,5070	20,0900	
9	4,1680	5,3800	6,3930	8,3430	10,6560	12,2420	14,6840	16,9190	21,6660	
10	5,0240	6,1790	7,2670	9,3420	11,7810	13,4420	15,9870	18,3070	23,2090	

Sumber : Soewarno (1995)

Persyaratannya nilai $X^2 < X_{cr}^2$ semua distribusi probabilitas nilai X^2 terhitung kurang dari X_{cr}^2 tabel,

ini berarti nilai X^2 terhitung ke empat distribusi diterima dengan kata lain uji distribusi yang dilakukan sebelumnya telah sesuai yaitu menggunakan distribusi probabilitas log Person tipe III.

Perhitungan Hujan Rencana dengan Periode Ulang T tahun

1. Hitung parameter statistik

Nilai rata-rata

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log X}{n} = \frac{37,97}{21} = 1,8079$$

2. Standar Deviasi

$$S \log x = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,065}{20}} = 0,057$$

3. Nilai C_s

$$C_s = \frac{n \cdot \sum (\log x - \overline{\log x})^3}{(n-1)(n-2)S \log x^3} = \frac{20 \cdot 0,02158}{20 \cdot 19 (0,057)^3} = 0,3076$$

4. Interpolasi nilai K_T dari tabel faktor frekuensi

K_T untuk distribusi log person tipe III

- Untuk periode ulang 2 tahun

$$C_s \quad T_2$$

$$0,4 \quad -0,066$$

$$0,2 \quad -0,033$$

$$K_T = -0,066 + \left(\frac{-0,033 - (-0,066)}{0,2 - 0,4} \right) (0,3076 - 0,4)$$

$$= -0,066 + (-0,165)(-0,09) = -0,0508$$

- Untuk periode ulang 5 tahun

$$C_s \quad T_5$$

$$0,4 \quad 0,816$$

$$0,2 \quad 0,830$$

$$K_T = 0,816 + \left(\frac{0,830 - 0,816}{0,2 - 0,4} \right) (0,3076 - 0,4)$$

$$= 0,8225$$

- Untuk periode ulang 10 tahun

$$C_s \quad T_{10}$$

$$0,4 \quad 1,317$$

$$0,2 \quad 1,301$$

$$K_T = 1,317 + \left(\frac{1,301 - 1,317}{0,2 - 0,4} \right) (0,3076 - 0,4)$$

$$= 1,3096$$

- Untuk periode ulang 25 tahun

Cs	T25
0,4	1,880
0,2	1,818

$$K_T = 1,880 + \left(\frac{1,818 - 1,880}{0,2 - 0,4} \right) (0,3076 - 0,4)$$

$$= 1,8514$$
- Untuk periode ulang 50 tahun

Cs	T50
0,4	2,610
0,2	2,159

$$K_T = 2,610 + \left(\frac{2,159 - 2,610}{0,2 - 0,4} \right) (0,3076 - 0,4)$$

$$= 2,4016$$
- Untuk periode ulang 100 tahun

Cs	T100
0,4	2,615
0,2	2,472

$$K_T = 2,615 + \left(\frac{2,472 - 2,615}{0,2 - 0,4} \right) (0,3076 - 0,4)$$

$$= 2,5489$$

$$\log X_{25} = \overline{\log X} + K_T \times S \log X$$

$$= 1,8079 + 1,8514 \times 0,057$$

$$= 1,9133$$

$$X_{25} = 81,901 = 82 \text{ mm}$$

$$\log X_{50} = \overline{\log X} + K_T \times S \log X$$

$$= 1,8079 + 2,4016 \times 0,057$$

$$= 1,9446$$

$$X_{50} = 88,028 = 88 \text{ mm}$$

$$\log X_{100} = \overline{\log X} + K_T \times S \log X$$

$$= 1,8079 + 2,5489 \times 0,057$$

$$= 1,9530$$

$$X_{100} = 90 \text{ mm}$$

Intensitas Curah Hujan dengan rumus mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3}$$

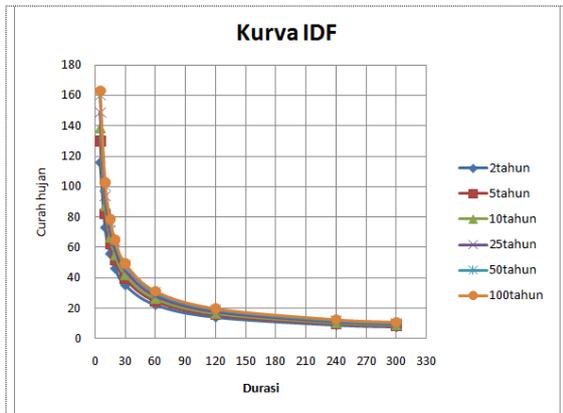
Tabel Rekapitulasi Intensitas Hujan dengan rumus Mononobe

Durasi Jam	I Akibat 64	I Akibat 72	I Akibat 76	I Akibat 82	I Akibat 88	I Akibat 90
5	115,98	130,04	138,62	148,82	159,96	163,08
10	73,06	81,92	87,32	93,75	100,77	102,73
15	55,76	62,52	66,64	71,55	76,90	78,40
20	46,02	51,61	55,01	59,06	63,48	64,72
30	35,12	39,38	41,98	45,07	48,44	49,39
60	22,13	24,81	26,45	28,39	30,52	31,11
120	13,94	15,63	16,66	17,89	19,22	19,60
240	8,78	9,85	10,50	11,27	12,11	12,35
300	7,57	8,49	9,04	9,71	10,44	10,64

Curah hujan rencana yang terdistribusi dalam hujan jam-jaman atau dalam durasi menitan dapat ditunjukkan dalam kurva IDF (*Intensity Duration*

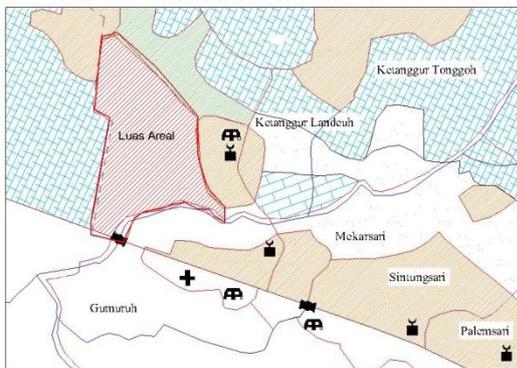
5. Hitung Nilai Curah Hujan Rencana
- $$\log X_2 = \overline{\log X} + K_T \times S \log X$$
- $$= 1,8079 + (-0,0508) \times 0,057$$
- $$= 1,80498$$
- $$X_2 = 63,824 = 64 \text{ mm}$$
- $$\log X_5 = \overline{\log X} + K_T \times S \log X$$
- $$= 1,8079 + 0,8225 \times 0,057$$
- $$= 1,8547$$
- $$X_5 = 71,565 = 72 \text{ mm}$$
- $$\log X_{10} = \overline{\log X} + K_T \times S \log X$$
- $$= 1,807 + 1,3096 \times 0,057$$
- $$= 1,8824$$
- $$X_{10} = 76,285 = 76 \text{ mm}$$

Frecuensi) dapat dilihat pada gambar dibawah Kurva ini menggambarkan hubungan antara intensitas hujan, durasi atau lama hujan, dan frekuensi hujan atau periode ulang.



Perhitungan Debit Banjir Rencana dengan Metode Rasional

Pada perhitungan debit banjir rencana perlu diperhatikan nilai koefisien aliran daerah yang diteliti dan luas area aliran air yang masuk dan mempengaruhi debit pada saluran yang akan direncanakan. Luas areal (A) dapat dilihat pada peta di bawah ini.



Rumus umum debit banjir dengan menggunakan metode rasional

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

$$Q_2 = 0,278 \times 0,797 \times 22,1 \times 0,5 = 2,45 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_5 = 0,278 \times 0,797 \times 24,81 \times 0,5 = 2,75 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{10} = 0,278 \times 0,797 \times 26,45 \times 0,5 = 2,93 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{25} = 0,278 \times 0,797 \times 28,39 \times 0,5 = 3,15 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{50} = 0,278 \times 0,797 \times 30,52 \times 0,5 = 3,38 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q_{100} = 0,278 \times 0,797 \times 31,11 \times 0,5 = 3,45 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Redesain Saluran

Keadaan kondisi aktual dilapangan yang mendorong penelitian ini dan redesign dimensi saluran yang hanya mempunyai lebar (b) = 40 cm dan tinggi kedalaman muka air (h) = 50 cm



Untuk meredesain saluran pembuang perlu diketahui dimensi saluran yaitu Koefisien kekasaran yang digunakan (Strickler dan manning), luas penampang saluran (A), kemiringan saluran (I). Rumus aliran:

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$R = A/P$$

Kemiringan saluran (I) dapat ditentukan dari perhitungan dilapangan menggunakan rumus pythagoras. Panjang dasar saluran sepanjang 25 m ditarik garis lurus sampai ke ujung saluran yang mengalir kesungai dan nilai antara dasar saluran dengan garis yang ditarik lurus adalah 0,10 m.

Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$I = \sqrt{25^2 + (0,10)^2} = 25 \times 10^{-3} = 0,025$$

Tabel Koefisien kekasaran manning

Saluran	Keterangan	n manning
Tanah	Lurus, baru seragam, landai dan bersih	0,016-0,033
	Berkelok, landai dan berumput	0,023-0,04
	Tidak terawat dan kotor	0,05-0,140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0,035-0,045
Pasangan	Batu kosong	0,023-0,035
	Pasangan batu belah	0,017-0,030
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0,014-0,018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018-0,03

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = b \cdot h \cdot \frac{1}{n} \left[\frac{b \cdot h}{b + 2h} \right]^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$\text{Untuk } h = 0,9 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$b \cdot h \left[\frac{b \cdot h}{b + 2h} \right]^{2/3} = 0,426$$

$$1 \cdot 0,9 \cdot \left[\frac{1 \cdot 0,9}{1 + 2 \cdot 0,9} \right]^{2/3} = 0,426$$

$$0,9 \cdot \left[\frac{0,9}{2,8} \right]^{2/3} \approx 0,426$$

Jadi dimensi saluran yang di ambil adalah menggunakan rumus manning karena dilihat dari tabel kekasaran material yang beragam. Maka dengan lebar (b) = 1 m dan kedalaman muka air (h) = 0,9 m yang di peroleh dari hasil perhitungan, saluran tersebut akan dapat menampung kapasitas debit dalam kala ulang 10 tahun sebesar 2,93 m³/detik.

Kesimpulan

Dari hasil analisa dan kajian data-data hidrologi bahwa metode yang digunakan adalah distribusi log person tipe III, diperoleh curah hujan rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 25,

50, dan 100 tahun masing masing adalah 64 mm, 72 mm, 76 mm, 82 mm, 88 mm, 90 mm. Sedangkan debit banjir rencana dengan periode ulang 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 25 tahun, 50 tahun, dan 100 tahun adalah 2.45, 2.75, 2.93, 3.15, 3.38, 3.45 m³ /detik. Dimana data-data hidrologi tersebut dijadikan acuan untuk pengendalian banjir.

Redesain saluran dengan bentuk penampang persegi dengan kemiringan yang seragam diperoleh dimensi saluran dengan lebar b = 1 meter, dan kedalaman permukaan air h = 0,9 meter dengan panjang saluran 100 meter, diharapkan dengan perancangan dimensi saluran ini dapat menampung aliran air dengan debit maksimum dalam periode ulang 10 tahun. Selain itu juga dengan perancangan saluran pembuang Cilutung Hulu dapat meminimalisir terjadinya banjir pada musim penghujan.

Saran

1. Sebagai alternatif lain pada saluran pembuang sungai Cilutung hulu supaya tidak terjadi *Back Water* dari sungai ke saluran maka sebaiknya dipasang pintu klep pada ujung saluran perpotongan antara sungai utama dan saluran pembuang Cilutung Hulu Desa Banjaransari, Kecamatan Cikijing Kabupaten Majalengka.
2. Untuk penelitian kedepan alangkah lebih baik dilakukan kajian terhadap sedimentasi saluran untuk menjaga kapasitas daya tampung saluran tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum, *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan 01*, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, 1986.

Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum, *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan 02*, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, 1986.

Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum, *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan 03*, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, 1986.

Direktorat Jendral Departemen Pekerjaan Umum, *Standar Perencanaan Irigasi-Kriteria Perencanaan 04*, Badan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta, 1986.

Kamiana Imade, *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*, Graha Ilmu Yogyakarta, 2011.

Harto.Br, Sri , 1993 “*Analisis Hidrologi*”, Gramedia Pustaka Utama: Jakarta.

Data Curah Hujan Tahunan Dinas UPTD PSDA PE Talaga , Kabupaten Majalengka.

