

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Menurut Suripin (2004) dalam Dewi dkk (2013), penentuan jenis distribusi frekuensi diperlukan untuk mengetahui suatu rangkaian data yang cocok untuk suatu sebaran tertentu dan tidak cocok untuk sebaran lain. Untuk mengetahui kecocokan terhadap suatu jenis sebaran tertentu, perlu dikaji terlebih dahulu ketentuan-ketentuan yang ada. Untuk memperkirakan besaran curah hujan yang akan digunakan dengan periode ulang tertentu dapat dilakukan analisa frekuensi dari data curah hujan yang ada. Analisa frekuensi merupakan analisa terhadap tinggi curahan hujan yang terjadi pada setiap periode ulang T tahun.

Ada beberapa metode yang digunakan dalam analisa frekuensi tersebut, diantaranya yaitu; Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Log Person III, dan metode Gumbel. Pemilihan metode yang akan digunakan dilakukan dengan pengujian dispersi. Hasilnya, nilai yang memenuhi pada **Tabel 2.1** yang akan digunakan.

Cara pengukuran dispersi adalah sebagai berikut:

a. Simpangan Baku (S)

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} \quad (2.1)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.2)$$

Keterangan:

S = Simpangan Baku

X_i = Nilai varian ke-i

\bar{X} = Nilai rata-rata varian

n = Jumlah data

b. Koefisien *Skewness* (Cs)

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum |x_i - \bar{x}|^3 \quad (2.3)$$

$$Cs = \frac{a}{S^3} \quad (2.4)$$

Keterangan:

- Cs = Koefisien *skewness*
 S = Simpangan Baku
 Xi = Nilai varian ke i
 X = Nilai rata-rata varian
 n = Jumlah data

c. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{\frac{1}{n}\sum(x_i - \bar{x})^4}{S^4} \quad (2.5)$$

Keterangan:

- Ck = Koefisien Kurtosis
 S = Simpangan Baku
 Xi = Nilai varian ke i
 X = Nilai rata-rata varian
 n = Jumlah data

d. Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{x}} \quad (2.6)$$

Keterangan:

- Cv = Koefisien Variasi
 S = Simpangan Baku
 \bar{x} = Nilai rata-rata varian
 n = Jumlah data

Menurut Triatmojo (2009) dalam Sujatmoko (2016), terdapat parameter statistik untuk menentukan jenis distribusi, yaitu terdapat pada **Tabel 2.1** berikut.

Tabel 2.1 Parameter Statistik untuk Menentukan Jenis Distribusi

Distribusi	Persyaratan
Normal	Cs ≈ 0 Ck ≈ 3
Log Normal	Cs = $Cv^2 + 3$ Ck = $Cv^2 + 6Cv^3 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$
Log Pearson III	Cs Mendekati 0

Gumbel	$Cs \leq 1,14$ $Ck \leq 5,4$
--------	---------------------------------

Sumber: Triatmojo (2009) dalam Sujatmoko(2016)

Dari data perhitungan curah hujan yang didapat, maka jenis distribusi yang digunakan adalah distribusi Gumbel.

Rumus Metode Gumbel

$$R_t = R + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} S_x \quad (2.7)$$

Keterangan:

R_t = Curah hujan dengan periode ulang T

R = Hujan maksimum rata-rata

Y_n = *Reduced mean*

Y_t = *Reduced Variate*

S_n = *Reduced Standar Deviation*

S_x = Simpangan Baku

Untuk nilai *Reduced Variate* (Y_t), *Reduced Mean* (Y_n) dan nilai *Reduced Standard Deviation* (S_n) dapat dilihat melalui tabel berikut:

Tabel 2.2 *Reduced Variate* (Y_t)

<i>Return Periode (years)</i>	<i>Reduce Variate (Yt)</i>
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2504
100	4,6001
200	5,2958
500	6,2136
1000	6,9072

Sumber : CD Soemarto "Hidrologi Teknik" halaman 235

Tabel 2.3 Reduced Mean (Y_n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4592	0,4496	0,5035	0,507	0,51	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,522
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5238	0,5296	0,5402	0,541	0,5418	0,5424	0,543
30	0,5362	0,5371	0,538	0,5388	0,5396	0,5402	0,541	0,5418	0,5424	0,543
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5436	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,553	0,5533	0,5535	0,5538	0,544	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,555	0,5552	0,5555	0,5577	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,557	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,558	0,5581	0,5583	0,5583
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,56	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Sumber : CD Soemarto "Hidrologi Teknik" halaman 236

Tabel 2.4 Reduced Standard Deviation (S_n)

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	1,0095	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	01,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2097	1,2090	1,2093	1,2096

Sumber : CD Soemarto "Hidrologi Teknik" halaman 237

2.2 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah besarnya jumlah hujan yang turun yang dinyatakan dalam tinggi curah hujan atau volume hujan tiap satuan waktu (Sujatmoko, dkk, 2017). Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Hubungan antara intensitas, durasi dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam grafik/lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (Grafik IDF). Maka intensitas hujan (I) dapat dihitung dengan rumus mononobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{\frac{2}{3}}$$

Keterangan:

- I = Intensitas Hujan (mm/jam)
- R₂₄ = Tinggi hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
- T_c = waktu konsentrasi (jam)

2.3 Perhitungan Debit Rencana

Debit banjir rencana adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang (rata-rata) yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas bangunan-bangunannya. Debit banjir rencana ditetapkan dengan cara menganalisis debit puncak, dan biasanya dihitung berdasarkan hasil pengamatan harian tinggi muka air. Melalui periode ulang, dapat ditentukan nilai debit rencana.

Rumus debit rencana secara umum adalah sebagai berikut.

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

Dimana:

- Q : Debit rencana (m³/s)
- C : Koefisien lahan

I : Intensitas Hujan

A : Luas Area

2.4 Analisa Hidrolika

2.4.1 Volume andil banjir dapat digunakan rumus sebagai berikut :

$$V_{ab} = 0,855 \cdot C_{tadahan} \cdot A_{tadahan} \cdot R$$

Dimana :

V_{ab} = Volume andil banjir yang akan ditampung sumur resapan (m^3)

$C_{tadahan}$ = Koefisien limpasan dari bidang tadah (tanpa satuan)

$A_{tadahan}$ = Luas bidang tadah (m^2)

R = Tinggi hujan harian rata-rata ($L/m^2/hari$)

2.4.2 Volume air hujan yang meresap digunakan rumus sebagai berikut:

$$V_{rsp} = \frac{t_e}{R} \cdot A_{total} \cdot K$$

dimana :

V_{rsp} = volume air hujan yang meresap (m^3)

t_e = durasi hujan efektif (jam) = $0,9 R^{0,92} / 60$

R (jam)

A_{total} = tinggi hujan harian rata-rata ($L/ m^2/hari$)

K = luas alas sumur (m^2)

= kapasitas infiltrasi/resapan ($m/hari$)

2.4.3 Volume penampungan (storasi) air hujan digunakan rumus

$$V_{storasi} = V_{ab} - V_{rsp}$$

2.4.4 Penentuan jumlah sumur resapan

Penentuan jumlah sumur resapan air hujan, terlebih dahulu menghitung H_{total} sebagai berikut:

$$H_{total} = \frac{V_{ab} - V_{rsp}}{A_h}$$

$$n = \frac{H_{total}}{H_{rencana}}$$

Dimana :

n = jumlah sumur resapan air hujan (buah);

H_{total} = kedalaman total sumur resapan air hujan (m);

$H_{rencana}$ = kedalaman yang direncanakan < kedalaman air tanah (m).

2.5 Pengertian Bangunan Resapan

Bangunan resapan merupakan lubang pada permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah. Sumur resapan merupakan lubang untuk memasukkan air ke dalam tanah, sedangkan sumur air minum berfungsi untuk menaikkan air tanah ke permukaan. Dengan demikian konstruksi dan kedalamannya berbeda. Bangunan resapan digali dengan kedalaman di atas muka air tanah. Sumur air minum digali lebih dalam lagi atau di bawah muka air tanah.

(Kusnaedi, 1995)

Secara sederhana bangunan resapan diartikan sebagai sumur gali yang berbentuk lingkaran maupun persegi . Bangunan resapan berfungsi untuk

menampung dan meresapkan air hujan yang jatuh di atas permukaan tanah baik melalui atap bangunan, jalan dan halaman. (Bisri dan Prastya, 2009)

2.6 Kegunaan Sumur Resapan

Penurunan muka air tanah yang banyak terjadi akhir-akhir ini dapat teratasi dengan bantuan sumur resapan. Tanda-tanda penurunan muka air tanah terlihat pada keringnya sumur dan mata air pada musim kemarau serta timbulnya banjir pada musim penghujan. Perubahan lingkungan hidup sebagai akibat dari proses pembangunan, berupa pembukaan lahan, penebangan hutan, serta pembangunan pemukiman dan industri yang diduga menyebabkan terjadinya hal tersebut.

Kondisi demikian tidak menguntungkan bagi perkembangan perekonomian yang sedang giat-giatnya membangun. Oleh karena itu, perhatian yang sungguh-sungguh dari semua pihak diperlukan dalam upaya pengendalian banjir serta konservasi air tanah. Salah satu strategi atau cara pengendalian air, baik mengatasi banjir atau kekeringan adalah melalui sumur resapan. Sumur resapan ini merupakan upaya memperbesar resapan air hujan ke dalam tanah dan memperkecil aliran permukaan sebagai penyebab banjir. Beberapa kegunaan sumur resapan, adalah sebagai berikut: (Kusnaedi, 1995)

1. Pengendali banjir.

Sumur resapan mampu memperkecil aliran permukaan sehingga terhindar dari penggenangan aliran permukaan secara berlebihan yang menyebabkan banjir.

2. Konservasi air tanah

Sumur resapan sebagai konservasi air tanah, diharapkan agar air hujan lebih banyak yang diresapkan ke dalam tanah menjadi air cadangan dalam tanah. Air yang tersimpan dalam tanah tersebut akan dapat dimanfaatkan melalui sumur-sumur atau mata air.

Peresapan air melalui sumur resapan ke dalam tanah sangat penting mengingat adanya perubahan tata guna tanah di permukaan bumi sebagai

konsekuensi dari perkembangan penduduk dan perekonomian masyarakat. Dengan adanya perubahan tata guna tanah tersebut akan menurunkan kemampuan tanah untuk meresapkan air. Hal ini mengingat semakin banyaknya tanah yang tertutupi tembok, beton, aspal dan bangunan lainnya yang tidak meresapkan air.

2.7 Faktor-Faktor Yang Perlu Dipertimbangkan

Sumur resapan yang dibuat harus memenuhi teknis yang baik. Dalam rencana pembuatan sumur resapan perlu diperhitungkan beberapa faktor, antara lain sebagai berikut:

(Kusnaedi, 1995)

1. Faktor iklim.

Iklim merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan sumur resapan. Faktor yang perlu mendapat perhatian adalah besarnya curah hujan. Semakin besar curah hujan di suatu wilayah berarti semakin besar sumur resapan yang diperlukan.

2. Kondisi air tanah.

Pada kondisi permukaan air tanah yang dalam, sumur resapan perlu dibuat secara besar-besaran karena tanah benar-benar memerlukan suplai air dari sumur resapan. Sebaliknya pada lahan yang muka airnya dangkal, sumur resapan kurang efektif dan tidak akan berfungsi dengan baik. Terlebih pada daerah rawa dan pasang surut, sumur resapan kurang efektif. Justru daerah tersebut memerlukan saluran drainase.

3. Kondisi tanah.

Keadaan tanah sangat berpengaruh pada besar kecilnya daya resap tanah terhadap air hujan. Dengan demikian konstruksi dari sumur resapan harus mempertimbangkan sifat fisik tanah. Sifat fisik yang langsung berpengaruh terhadap besarnya infiltrasi (resapan air) adalah tekstur dan pori-pori tanah. Tanah berpasir dan porus lebih mampu merembeskan air hujan dengan cepat. Akibatnya, waktu yang

diperlukan air hujan untuk tinggal dalam sumur resapan relatif singkat dibandingkan dengan tanah yang kandungan liatnya tinggi dan lekat.

2.8 Standarisasi Sumur Resapan

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 03-2453-2002, dapat diketahui bahwa persyaratan umum yang harus dipenuhi sebuah sumur resapan untuk lahan pekarangan rumah adalah sebagai berikut:

1. Sumur resapan harus berada pada lahan yang datar, tidak pada tanah berlereng, curam atau labil.
2. Sumur resapan harus dijauhkan dari tempat penimbunan sampah, jauh dari *septic tank* (minimum 5 m diukur dari tepi), dan berjarak minimum 1 m dari fondasi bangunan.
3. Penggalian sumur resapan bisa sampai tanah berpasir atau maksimal 2 m di bawah permukaan air tanah. Kedalaman muka air (*water table*) tanah minimum 1,5 m pada musim hujan.
4. Struktur tanah harus mempunyai permeabilitas tanah (kemampuan tanah menyerap air) lebih besar atau sama dengan 2,0 cm/jam (artinya, genangan air setinggi 2 cm akan teresap habis dalam 1 jam), dengan tiga klasifikasi, yaitu sebagai berikut:
 - a. Permeabilitas sedang (geluh kelanauan, 2,0-3,6 cm/jam atau 0,000560,001 cm/detik).
 - b. Permeabilitas tanah agak cepat (pasir halus, 3,6-36 cm/jam atau 0,001-0,01 cm/detik).
 - c. Permeabilitas tanah cepat (pasir kasar, lebih besar dari 36 cm/jam atau lebih besar dari 0,01 cm/detik)

2.9 Kecepatan Peresapan

Kecepatan peresapan (k) diperoleh dengan membandingkan penurunan di dalam sumur resapan dengan perubahan ketinggian muka air tertentu terhadap waktu peresapan (t_{resapan}). Persamaan di rumuskan dalam.

$$k = h/t_{\text{resapan}}$$

di mana:

k = kecepatan peresapan (cm/detik)

h = perubahan ketinggian air, 10 cm (cm)

t_{resapan} = waktu peresapan (detik)

2.10 Konstruksi dan Jenis Sumur Resapan

Bentuk dan ukuran konstruksi sumur resapan menurut SNI No. 03-24591991 berbentuk segi empat atau silinder dengan ukuran minimal D 0,8 -1,4 meter, kedalaman disesuaikan dengan tipe konstruksi sumur resapan yang dipilih. Pemilihan bahan bangunan yang dipakai tergantung dari fungsinya, seperti plat beton bertulang tebal 10 cm dengan campuran 1 Pc : 2 Psr : 3 Kr untuk penutup sumur dan dinding bata merah dengan campuran spesi 1 Pc : 5 Psr tidak diplester, tebal ½ bata.

Data teknis sumur resapan air yang dikeluarkan oleh PU Cipta Karya adalah sebagai berikut :

1. Ukuran maksimum diameter 1,4 meter.
2. Ukuran pipa masuk diameter 110 mm.
3. Ukuran pipa pelimpah diameter 110 mm.
4. Ukuran kedalaman 1,5 sampai dengan 3 meter.
5. Dinding dibuat dari pasangan bata atau batako dari campuran 1 semen : 4 pasir tanpa plester.
6. Rongga sumur resapan diisi dengan batu kosong 20/20 setebal 40 cm.
7. Penutup sumur resapan dari plat beton tebal 10 cm dengan campuran 1 PC : 2 pasir : 3 kerikil.

Jenis - jenis konstruksi Sumur Resapan :

1. Sumur resapan air tanpa pasangan di dinding sumur, dasar sumur tanpa diisi batu belah maupun ijuk (kosong).
2. Sumur resapan air tanpa pasangan di dinding sumur, dasar sumur diisi batu belah dan ijuk.

3. Sumur resapan air dengan susunan batu, batu kali, atau batako di dinding sumur, dasar sumur diisi dengan batu belah dan ijuk atau kosong
4. Sumur resapan air menggunakan buis beton di dinding sumur.
5. Sumur resapan air menggunakan blawong (batu cadas yang dibentuk khusus untuk di dinding sumur).

Beberapa macam konstruksi tersebut mempunyai keunggulan dan kelemahan masing-masing, tergantung pada keadaan batuan/tanah. Pada tanah atau batuan yang relatif stabil, maka konstruksi tanpa diperkuat dinding sumur dengan dasar sumur diisi batu belah dan ijuk tidak akan membahayakan bahkan akan memperlancar meresapnya air melalui celah-celah bahan isian tersebut. Pada tanah atau batuan yang labil, maka konstruksi dengan susunan batu-batu/ batu kali/ batako untuk memperkuat dinding sumur dengan dasar sumur diisi batu belah dan ijuk akan lebih baik. Pada tanah atau batuan yang sangat labil, konstruksi dengan menggunakan buis beton dianjurkan meskipun resapan ini hanya berlangsung pada dasar sumur saja. Bangunan pelengkap lainnya yang diperlukan adalah bak kontrol, tutup sumur resapan dan tutup bak kontrol, saluran masuk dan keluar/ pembuangan (terbuka atau tertutup) dan talang air (untuk rumah yang bertalang air).