

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 DAS (Daerah Aliran Sungai)**

Daerah tangkapan air (*Catchment area, Watershed*) adalah daerah di mana semua air hujan jatuh dan selanjutnya akan mengalir menuju sungai yang dituju. Daerah-daerah tersebut biasanya dibatasi oleh batas topografi (Zakaria et al., 2013). Batas DAS tidak dapat ditentukan dari air tanah karena sifat air tanah selalu berubah mengikuti musim dan penggunaan.

#### **2.2 Banjir**

Banjir merupakan masalah yang umum terjadi di Indonesia, terutama di daerah perkotaan yang padat penduduk dan dataran rendah. Dampak yang ditimbulkan oleh banjir bisa sangat besar, baik dalam bentuk kerugian materi maupun kerugian terhadap nyawa dan keselamatan manusia, oleh karena itu penting untuk memberikan perhatian yang serius terhadap masalah banjir ini.

Banjir adalah peristiwa di mana tanah tergenang air, biasanya kering, dan terjadi karena peningkatan volume air di suatu badan air. Banjir dapat terjadi karena hujan deras, jebolnya bendungan, naiknya permukaan air laut, mencairnya es menyebabkan kelebihan air meluap ke suatu tempat. Ketika banjir terjadi di daerah di mana aktivitas manusia terjadi, itu bisa menjadi bencana. Ada dua jenis kejadian banjir, yang pertama adalah banjir yang terjadi di daerah yang biasanya tidak banjir,

dan yang kedua adalah kejadian banjir yang terjadi ketika air banjir meluap dari sungai karena debit banjir lebih besar dari kapasitas banjir. Aliran sungai yang ada (Kodatie dan Sugiyanto, 2002, Indradewa. 2008). Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002), secara umum faktor terjadinya banjir dapat bersifat alami dan diakibatkan oleh tindakan manusia. Faktor yang bersifat alami di antaranya :

1. Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis sehingga memiliki dua musim, yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Musim hujan biasanya terjadi antara bulan Oktober sampai dengan Maret, dan musim kemarau yang terjadi antara bulan April sampai dengan bulan September. Curah hujan yang tinggi pada musim hujan mengakibatkan banjir akan timbul secara alami
2. Pengaruh Fisiografi atau geografi fisik sungai yang mempengaruhi terjadinya banjir seperti bentuk sungai, kemiringan daerah pengaliran sungai (DPS), bentuk penampang (seperti kedalaman, potongan memanjang, dan material dasar sungai), kemiringan sungai, lokasi sungai dan lain sebagainya.
3. Erosi, sedimentasi erosi, dan sedimentasi di DPS mempengaruhi berkurangnya kapasitas penampang sungai. Semakin besar sedimentasi yang ada di sungai berarti akan mengurangi kapasitas saluran/sungai itu sendiri, sehingga dapat menimbulkan genangan dan banjir di sungai.
4. Pengurangan kapasitas aliran banjir yang di sebabkan pengendapan yang berasal dari erosi DPS dan erosi tanggul sungai yang terlalu berlebih. Sedimentasi di sungai juga menjadi faktor pengurangan kapasitas aliran dikarenakan tidak adanya vegetasi tertutup dan penggunaan lahan yang tidak tepat.

5. Kapasitas drainase yang tidak memadai yang mengakibatkan timbulnya genangan dan banjir di musim hujan. Hal ini disebabkan limpasan air hujan tidak dapat disalurkan dengan baik oleh drainase sehingga timbullah masalah banjir pada saat volume air hujan yang tidak dapat ditampung oleh drainase tersebut.

Banjir dibedakan menjadi lima tipe menurut Pusat Kritis Kesehatan Kemenkes RI (2018), yaitu :

1. Banjir Air

Banjir ini merupakan banjir yang sering terjadi, diakibatkan karena intensitas air yang melebihi kapasitas sehingga terjadi luapan disungai, selokan ataupun danau.

2. Banjir Bandang

Banjir ini merupakan banjir yang paling berbahaya karena memberikan dampak kerusakan yang cukup parah. Banjir bandang biasanya terjadi di daerah pegunungan dan yang diakibatkan oleh gundulnya hutan.

3. Banjir Rob (Banjir laut air pasang)

Banjir yang terjadi di wilayah sekitar pesisir pantai dan terjadi akibat air laut.

4. Banjir Lumpur

Banjir lumpur merupakan banjir yang keluar dari dalam bumi menuju kedaratan dan mengandung bahan yang berbahaya seperti bahan gas yang mempengaruhi kesehatan makhluk hidup.

5. Banjir Cileunang

Banjir ini hampir mirip dengan banjir air, banjir ini terjadi akibat hujan yang sangat deras sehingga air tidak dapat tertampung lagi.

## **2.3 Analisa Hidrologi**

Analisa hidrologi adalah ilmu yang mempelajari tentang keberadaan dan pergerakan air di alam. Ini meliputi berbagai bentuk air yang melibatkan perubahan antara keadaan cair, padat, dan gas dalam atmosfer, baik di atas maupun di bawah permukaan tanah. Hidrologi juga mencakup studi tentang air laut, yang merupakan sumber dan penyimpanan air yang penting untuk menjaga kehidupan di bumi. Dalam disiplin ini, penelitian dilakukan untuk memahami siklus hidrologi, perubahan iklim, kualitas air, distribusi air, serta dampak manusia terhadap sumber daya air dan lingkungan hidrologi secara keseluruhan.

Pada dasarnya hidrologi bukan merupakan ilmu yang sepenuhnya eksak, tetapi merupakan ilmu yang memerlukan interpretasi. Syarat-syarat fundamental yang diperlukan adalah data-data hasil pengamatan dalam sebuah aspek presipitasi, limpasan (*runoff*), debit sungai, infiltrasi, perkolasi, evaporasi, dan lain-lain.

### **2.3.1 Analisa Distribusi Curah Hujan**

Hal yang penting dalam pembuatan rancangan dan rencana adalah distribusi curah hujan. Distribusi curah hujan yaitu data yang berbeda-beda sesuai dengan jangka waktu yang ditinjau yakni curah hujan tahunan (jumlah curah hujan dalam setahun), curah hujan bulanan (jumlah curah hujan sebulan), curah hujan harian (jumlah curah hujan 24 jam) dan curah hujan per jam.

#### **1. Metode Rata-rata Aljabar**

Metode pengukuran hujan dengan menggunakan metode aritmatika atau rata-rata aljabar adalah salah satu metode yang sederhana untuk menghitung rerata curah hujan di suatu daerah. Dalam metode ini, pengukuran dilakukan secara bersamaan di beberapa stasiun hujan yang terletak di dalam atau dekat dengan Daerah Aliran

Sungai (DAS). Data curah hujan dari stasiun-stasiun tersebut kemudian dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah stasiun hujan yang terlibat dalam pengukuran. Hasil perhitungan ini memberikan curah hujan rerata di daerah tersebut. Metode ini dirumuskan dengan persamaan di bawah ini:

$$R = \frac{R_1+R_2+R_3.....+R_n}{n} \dots\dots\dots 2.1$$

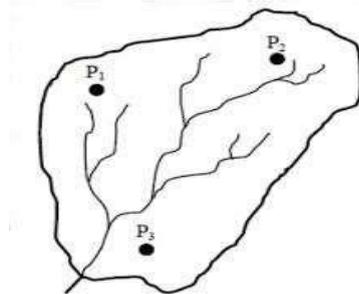
Di mana :

R : Curah hujan daerah (mm)

N : Jumlah titik titik (pos) pengamatan

$R_n$  : Curah Hujan Di Tiap Titik Pengamatan (mm)

Gambar di bawah ini mendeskripsikan luasan DAS yang dihitung dengan metode aritmatika.



Gambar 2. 1 Luasan DAS Metode Aritmatika

## 2. Poligon Thiessen

Poligon Thiessen, juga dikenal sebagai poligon Voronoi atau diagram Voronoi, adalah metode dalam analisis spasial yang digunakan untuk membagi ruang menjadi poligon berdasarkan jarak terdekat ke sekelompok titik tertentu yang disebut sebagai titik pusat. Setiap poligon Thiessen mewakili wilayah yang lebih dekat ke titik pusat tertentu daripada ke titik pusat lainnya.

Tujuan dari pembuatan poligon Thiessen adalah untuk membagi wilayah ke dalam unit-unit yang eksklusif dan saling terpisah berdasarkan jarak terdekat ke titik pusat yang sesuai. Poligon Thiessen memastikan bahwa setiap titik dalam

poligon memiliki jarak terdekat yang sama dengan titik pusat yang bersangkutan daripada dengan titik pusat lainnya.

Daerah pengaruh dari tiap stasiun digunakan untuk melakukan perhitungan curah hujan rerata (Triadmodjo, 2013).

$$\bar{R} = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots 2.2$$

Di mana :

$\bar{R}$  : Curah Hujan Rata-Rata (mm)

$R_1 \dots R_n$  : curah hujan masing-masing stasiun (mm)

$A_1 \dots A_n$  : Luas Daerah Masing-Masing Stasiun Hujan ( $mm^2$ )

Gambar di bawah ini mendeskripsikan tentang penggambaran luasan DAS dengan metode Poligon Thiessen.



Gambar 2. 2 Luasan DAS Metode Poligon Thiessen.

Cara Thiessen ini memberikan hasil yang lebih teliti di bandingkan dengan metode rata-rata aljabar. Akan tetapi, penentuan titik pengamatan dan pemilihan ketinggian akan mempengaruhi ketelitian hasil yang didapat.

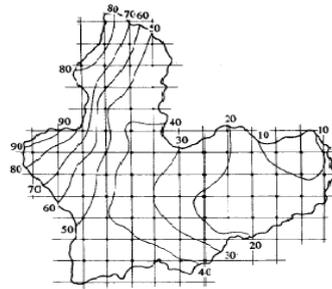
### 3. Isohyet

Metode Isohyet merupakan metode garis yang menghubungkan titik- titik curah hujan yang sama. Metode ini dianggap bahwa hujan suatu wilayah di antara dua garis Isohyet merata dan sama dengan nilai rata- rata dari dua garis Isohyet (Christian, 2014).

Metode ini menggunakan rumus seperti di bawah ini:

$$R = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + \dots + A_n} \dots\dots\dots 2.3$$

- Di mana :
- R : Curah Hujan Daerah
  - R<sub>1</sub> ... R<sub>n</sub> : Curah Hujan Rata-Rata Pada Bagian-Bagian A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, ... A<sub>n</sub>.
  - A<sub>1</sub> ... A<sub>n</sub> : Luasan Bagian-Bagian Antara Garis-Garis Isohyet.



Gambar 2. 3 Metode Garis Isohyet

### 2.3.2 Perhitungan Parameter Dasar Statistik

Dalam analisis curah hujan di berbagai titik stasiun dalam Daerah Aliran Sungai (DAS), penting untuk memperhatikan pola sebaran data curah hujan yang sesuai dengan pola sebaran data curah hujan rata-rata. Hal ini dapat memberikan informasi tentang variasi atau dispersi data curah hujan di sekitar nilai rata-ratanya. Dispersi mengacu pada besarnya variasi atau perbedaan antara nilai-nilai individu dalam kumpulan data. Hal ini dapat menggambarkan sejauh mana data curah hujan tersebar di sekitar nilai rata-ratanya. Pengukuran dispersi digunakan untuk mengukur besarnya variasi tersebut.

#### 1. Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \dots\dots\dots 2.4$$

- Di mana :
- S : Standar deviasi
  - X<sub>i</sub> : Nilai varian ke i
  - $\bar{X}$  : Nilai rata-rata varian
  - n : Jumlah data

## 2. Koefisien Skewness (Cs)

Kemencengan (*Skewness*) merupakan suatu nilai yang menunjukkan derajat ke tidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi.

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots 2.5$$

- Di mana :
- CS : Koefisien Skewness
  - $X_i$  : Nilai varian ke i
  - $\bar{X}$  : Nilai rata-rata varian
  - N : Jumlah data
  - S : Deviasi standar

## 3. Koefisien Kurtosis (Ck)

Pengukuran kurtosis dimaksudkan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum (x - \bar{x})^4}{s^4} \dots\dots\dots 2.6$$

- Di mana :
- Ck : Koefisien Kurtosis
  - $X_i$  : Nilai varian ke i
  - $\bar{X}$  : Nilai rata-rata varian
  - n : Jumlah data
  - s : Deviasi standar

## 4. Koefisien Variasi (Cv)

Koefisien variasi adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung suatu distribusi.

$$C_v = \frac{s}{\bar{X}} \times 100\% \dots\dots\dots 2.7$$

- Di mana :
- Cv : Koefisien variasi
  - S : Standar deviasi
  - $\bar{X}$  : Rata-rata hitung

## 2.4 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Frekuensi Curah Hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran debit hujan yang disamai atau dilampaui. Analisis frekuensi dilakukan untuk mencari nilai distribusi yang sesuai dengan data curah hujan yang digunakan. Dalam analisis ini jenis distribusi frekuensi yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana adalah Distribusi Log Normal, Distribusi Gumbel, dan Distribusi Log Pearson III

### 2.4.1 Distribusi Log Normal

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode distribusi Log Normal, dengan persamaan sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Nilai Variabel Gauss

<b>Periode ulang T (tahun)</b>	<b>Peluang</b>	<b>k</b>
1,001	0,999	3,05
1,005	0,995	2,58
1,01	0,99	2,33
1,05	0,95	1,64
1,11	0,9	1,28
1,25	0,8	0,84
1,33	0,75	0,67
1,43	0,7	0,52
1,67	0,6	0,25
2	0,5	0
2,5	0,4	0,25
3,33	0,3	0,52
4	0,25	0,67
5	0,2	0,84
10	0,1	1,28
20	0,05	1,64
50	0,02	2,05
100	0,01	2,33
200	0,005	2,58
500	0,002	2,88
1000	0,001	3,09

*sumber : Bonnier, 1980*

$$\text{Log}X_T = \text{Log}X + k.Sx\text{Log}X \dots\dots\dots 2.8$$

Di mana :

$\text{Log}X_t$  : Variate Yang Di Ekstrapolasikan, Yaitu Besarnya Curah Hujan Rancangan Untuk Periode Ulang T Tahun.

$\text{Log} X$  : Harga Rata-Rata Dari Data.

$Sx\text{log}x$  : Standar Deviasi

$$\sqrt{\frac{\sum_1^n (\text{Log}X_i^2 - \text{Log}\sum_1^n X_i)}{n-1}} \dots\dots\dots 2.9$$

$K$  : Variabel Reduksi Gauss (lihat Tabel 2.1)

### 2.4.2 Distribusi Gumbel

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan distribusi gumbel, dengan persamaan sebagai berikut :

$$X_T = X + K.S_x \dots\dots\dots 2.10$$

Di mana :

$X_T$  : Besarnya Curah Hujan Rencana Untuk Periode Ulang T Tahun.

$X$  : Harga Rata-Rata Dari Data,  $\text{Log}X = \sqrt{\frac{\sum_1^n X_i}{n}} \dots\dots\dots 2.11$

$S_x$  : Standar Deviasi  $S_x = \sqrt{\frac{\sum_1^n X_i^2 - \sum_1^n X_i}{n-1}} \dots\dots\dots 2.12$

$K$  : Faktor Frekuensi Yang Merupakan Fungsi Dari Periode Ulang (Return Period) Dan Tipe Frekuensi.

Untuk menghitung factor frekuensi E.J. Gumbel mengambil harga :

$$k : \frac{y_T - y_n}{S_n} \dots\dots\dots 2.13$$

Di mana :

$y_T$  : Reduced Variate Sebagai Fungsi Dari Periode Ulang T Tahun.

$y_n$  : Reduced Mean Sebagai Fungsi Dari Banyak Data N

$S_n$  : Reduced Standard Deviation Sebagai Fungsi Dari Banyak Data N,

### 2.4.3 Distribusi Log Pearson Tipe III

Distribusi Log Pearson Tipe III digunakan untuk analisis variabel hidrologi dengan nilai varian minimum misalnya analisis frekuensi distribusi dari debit minimum (*low flows*). Pada garis besarnya, langkah penyelesaian distribusi Log Pearson Tipe III adalah sebagai berikut :

1. Mentransformasikan data curah hujan harian maksimum ke dalam harga logaritmanya :  $R_1, R_2, \dots, R_n$  menjadi  $\log R_1, \log R_2, \dots, \log R_n$

2. Menghitung harga tengahnya :

$$\overline{(\text{Log}R)} = \frac{\sum \log R}{n} \dots\dots\dots 2.14$$

3. Menghitung harga penyimpangan standar ( $S_x$ )

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log}R_i - \overline{\text{Log}R})^2}{n-1}} \dots\dots\dots 2.15$$

4. Menghitung koefisien asimetri ( $C_s$ ) :

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Log}R_i - \overline{\text{Log}R})^3}{(n-1)(n-2)S_x^3} \dots\dots\dots 2.16$$

5. Menghitung besarnya logaritma hujan rencana dengan waktu ulang yang dipilih, dengan rumus :

$$\text{Log}R_t = \text{Log}R + K \cdot S_x \dots\dots\dots 2.17$$

Di mana :

R : Tinggi Hujan Rata-Rata Daerah

n : Jumlah Tahun Pengamatan Data

Cs : Koefisien Penyimpangan

$S_x$  : Standar Deviasi

K : Faktor Frekuensi Distribusi Log Pearson III (lihat Tabel 2.2 dan 2.3)

6. Menentukan nilai K untuk metode Log Pearson Tipe III

Tabel 2.2 Faktor Frekuensi untuk Distribusi Log Pearson Type III

(Koef. Asimetri, Cs Positif)

T (th)	1,0101	1,053	1,111	1,25	2	5	10	25	50	100	200
Cs											
:P(%)	99	95	90	80	50	20	10	4	2	1	0,5
0	-2,326	-1,645	-1,282	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,376	2,576
0,1	-2,252	-1,616	-1,270	-0,085	0,017	0,836	1,297	1,785	2,107	2,400	2,670
0,2	-2,170	-1,538	-1,258	-0,850	0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0,3	-2,130	-1,555	-1,245	-0,853	0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0,4	-2,029	-1,524	-1,231	-0,855	0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,947
0,5	-1,955	-1,491	-1,216	-0,856	0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,606	3,041
0,6	-1,880	-1,458	-1,200	-0,857	0,079	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132
0,7	-1,806	-1,423	-1,183	-0,857	0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
0,8	-1,733	-1,388	-1,166	-0,856	0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312
0,9	-1,660	-1,353	-1,147	-0,854	0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401
1,0	-1,588	-1,317	-1,128	-0,852	0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489
1,1	-1,518	-1,280	-1,107	-0,018	0,180	0,754	1,341	2,066	2,585	2,087	3,575
1,2	-1,449	-1,243	-1,086	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661
1,3	-1,388	-1,206	-1,064	-0,838	-0,210	0,719	1,339	2,108	2,666	3,211	3,745
1,4	-1,318	-1,163	-1,041	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828
1,5	-1,256	-1,131	-1,018	-0,825	-0,240	0,690	1,333	2,146	2,743	3,330	3,910
1,6	-1,197	-1,093	-0,994	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,338	3,990
1,7	-1,140	-1,056	-0,970	-0,808	-0,268	0,660	1,324	2,179	2,815	3,444	4,069
1,8	-1,087	-1,020	-0,945	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147
1,9	-1,037	-0,984	-0,920	-0,788	-0,294	0,627	1,310	2,207	2,881	3,553	4,223
2,0	-0,990	-0,949	-0,895	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298

Sumber : CD Soemarto, Hidrologi Teknik Hal 245

Tabel 2.3 Tabel Parameter Statistik untuk Menentukan Tipe Sebaran

No	Jenis Distribusi	Syarat
1	Non-logaritmik	Cs = 0
		Ck = 0
2	Logaritmik	Cs (lnX) = 0
		Ck (lnR) = 0
3	Gumbel 1	Cs = 1,14
		Ck = 5,4
4	Log Person III	Selain Nilai Diatas

Sumber : Triatmodjo (2008)

## 2.5 Uji Distribusi Curah Hujan

Tahap ini diperlukan untuk menentukan keselarasan antara distribusi frekuensi yang digunakan dengan sampel data yang dimiliki. Apabila pengujian terhadap keduanya memenuhi parameter uji maka perumusan persamaan tersebut dapat diterima.

### 2.5.1 Uji Chi Kuadrat

uji Chi-Kuadrat digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian antara distribusi peluang yang dipilih dengan distribusi data sampel yang diamati. Tujuan dari uji ini adalah untuk menentukan apakah ada perbedaan signifikan antara distribusi yang diamati dengan distribusi yang diharapkan. Parameter uji Chi-Kuadrat dapat dihitung dengan rumus (Soewarno,1995) :

$$X^2 = \sum_i^n = 1 \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots 2.18$$

Di mana :

$X^2$  : Parameter Chi-Kuadrat Terhitung

$O_i$  : Jumlah Nilai Pengamatan Pada Sub Kelompok Ke-

$E_i$  : Jumlah Nilai Teoritis Pada Sub Ke-I

### 2.5.2 Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji Smirnov-Kolmogorov adalah salah satu uji statistik yang umum digunakan dalam analisis kesesuaian distribusi data dengan distribusi teoritis. Persamaannya di bawah ini :

$$P(x) = \frac{m}{n+1} \dots\dots\dots 2.19$$

Di mana :

m : Nilai peringkat

n : Jumlah data

perbedaan probabilitas teoritis dan empiris tidak boleh lebih dari nilai kritis Smirnov-Kolmogorov.

### 2.6 Koefisien Pengaliran

Nilai koefisien aliran adalah salah satu parameter penting dalam memperkirakan volume aliran di suatu DAS (Daerah Aliran Sungai). Nilai koefisien (*runoff*) dapat bervariasi tergantung pada topografi dan penggunaan lahan di suatu wilayah. Semakin curam kemiringan lahan, nilai koefisien aliran cenderung lebih besar. Selain itu, nilai koefisien aliran juga sangat dipengaruhi oleh durasi waktu yang digunakan dalam perhitungan, seperti perhitungan berdasarkan jam, harian, bulanan, dan tahunan. Pada DAS yang tidak memiliki data debit dan curah hujan yang terpantau secara teratur, prakiraan nilai koefisien aliran sering kali tidak stabil atau konsisten. Hal ini disebabkan oleh banyaknya faktor yang mempengaruhi perhitungan nilai koefisien aliran. Dalam hal ini, faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya koefisien aliran antara lain vegetasi, tekstur tanah, kapasitas penampungan air, dan keadaan drainase di wilayah tersebut. Kondisi tanah yang jenuh atau terdapat saluran drainase yang buruk dapat meningkatkan

nilai koefisien aliran. Begitu juga dengan penggunaan lahan yang tidak tepat, seperti pemukiman atau area industri yang memiliki permukaan yang impermeabel, dapat meningkatkan aliran permukaan dan nilai koefisien aliran.

Berikut adalah rumus koefisien pengaliran:

$$C = (C_1 \times \%) + (C_2 \times \%) + (C_3 \times \%) + \dots (C_n \times \%) \dots\dots\dots 2.20$$

Koefisien ini dihitung dari besarnya curah hujan sehingga menjadi aliran permukaan. Nilai C pada berbagai topografi dan kegunaan lahan bisa dilihat pada tabel 2.4 dan tabel 2.5.

Tabel 2.4 Tabel Harga koefisien pengaliran

Lahan	Harga C
Hutan Lahan Kering Sekunder	0,03
Belukar	0,07
Hutan Primer	0,02
Hutan Tanaman Industri	0,05
Hutan Rawa Sekunder	0,15
Perkebunan	0,4
Pertanian Lahan Kering	0,1
Pertanian Lahan Kering Campuran Semak	0,1
Pemukiman	0,1
Sawah	0,6
Tambak	0,15
Terbuka	0,2
Perairan	0,05

Sumber: Kodoatie dan Syarief, 2005

Tabel 2.5 Tabel Harga koefisien pengaliran berdasarkan kondisi permukaan tanah

No.	Kondisi permukaan tanah	Koefisien pengaliran (C)
1	Jalan beton dan jalan aspal	0,70-0,95
2	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40-0,70
3	Bahu jalan	
	- Tanah berbutir halus	0,40-0,65
	- Tanah berbutir kasar	0,10-0,20
	- Batuan masif keras	0,70-0,85
	- Batuan masif lunak	0,60-0,75
4	Daerah perkotaan	0,70-0,95
5	Daerah pinggir kota	0,60-0,70
6	Daerah industri	0,60-0,90
7	Pemukiman padat	0,40-0,60
8	Pemukiman tidak padat	0,40-0,60
9	Taman dan kebun	0,20-0,40
10	Persawahan	0,45-0,60
11	Perbukitan	0,70-0,80
12	Pegunungan	0,75-0,90

Sumber: Direktorat Jendral Bina Marga, 1990

Tabel koefisien pengaliran di atas dapat digunakan sebagai acuan dengan melihat data Sekunder tata guna lahan yang telah didapatkan dan nilai koefisien pengaliran yang nantinya akan digunakan untuk menghitung debit.

## 2.7 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan mengacu pada jumlah hujan yang jatuh dalam bentuk kedalaman air per satuan waktu. Besar intensitas hujan memiliki pengaruh signifikan terhadap debit air yang akan mengalir.

Salah satu cara yang biasa digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan adalah dengan rumus Mononobe :

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots 2.22$$

Di mana :

I : Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

$R_{24}$  : Curah Hujan Maksimum Dalam 24 Jam (mm)

t : Waktu Curah Hujan (jam)

## 2.8 Analisis Debit Banjir

Untuk mengetahui besaran debit rancangan (QT) dapat dilakukan perhitungan dengan rumus metode rasional mencari debit. Metode ini merupakan metode yang sering dipakai untuk menghitung/memperkirakan debit di suatu DAS. Besarnya debit merupakan fungsi dari luas DAS, intensitas hujan, keadaan permukaan tanah yang dinyatakan dalam koefisien limpasan dan kemiringan sungai (Rachmadhini, I. D. 2019).

Rumus debit banjir rencana adalah sebagai berikut:

$$Q = C.I.A \dots\dots\dots 2.20$$

Untuk kepentingan kepraktisan dalam satuan, maka:

$$Q = 0,278.C.I.A \dots\dots\dots 2.21$$

Di mana :

Q : Debit Puncak ( $m^3/detik$ )

C : Koefisien Limpasan

I : Intensitas Hujan Dengan Durasi Sama Dengan Waktu Konsentrasi Banjir (mm/jam)

A : Luas DAS

## 2.9 Analisis Saluran Drainase

Dalam menentukan bentuk dan dimensi saluran yang akan digunakan dalam pembangunan saluran baru maupun dalam kegiatan perbaikan penampang saluran yang sudah ada, salah satu hal penting yang perlu dipertimbangkan adalah ketersediaan lahan. Mungkin di daerah pedesaan membangun saluran dengan kapasitas yang besar tidak menjadi masalah karena banyaknya lahan yang kosong, tapi di daerah perkotaan yang padat tentu bisa menjadi persoalan yang berarti karena terbatasnya lahan. Oleh karena itu, penampang saluran drainase perkotaan dan jalan raya dianjurkan mengikuti penampang hidrolis terbaik, yaitu suatu

penampang yang memiliki luas terkecil untuk suatu debit tertentu atau memiliki keliling basah terkecil dengan hantaran maksimum. Dimensi saluran harus mampu mengalirkan debit rencana atau dengan kata lain debit yang dialirkan harus sama atau lebih besar dari debit rencana. Untuk mencegah muka air ke tepi (meluap) maka diperlukan adanya tinggi jagaan pada saluran, yaitu jarak vertikal dari puncak saluran ke permukaan air pada kondisi debit rencana.

pada penelitian ini dimensi saluran yang di gunakan pada lokasi penelitian adalah bentuk empat persegi panjang di mana berfungsi untuk menampung dan menyalurkan limpasan air hujan dengan debit yang besar dan sifat alirannya terus menerus dengan fluktuasi yang kecil.

rumus yang digunakan dalam menghitung Debit saluran sebagai berikut :

1. Persamaan untuk menghitung luas penampang saluran (A)

$$A = B \times h \dots\dots\dots 2.22$$

Dimana :

A = Luas Penampang Basah ( $m^2$ )

B = Lebar Saluran (m)

h = Kedalaman Saluran (m)

2. Persamaan untuk menghitung keliling basah (P)

$$P = B + 2 \times h \dots\dots\dots 2.23$$

Dimana :

P = Keliling penampang basah ( $m^2$ )

B = Lebar saluran (m)

h = Kedalaman Saluran (m)

3. Persamaan untuk menghitung jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots 2.24$$

Dimana :

A = Luas penampang basah ( $m^2$ )

P = Keliling basah (m)

4. Kemiringan saluran

$$S = \frac{\Delta y}{Y} \dots\dots\dots 2.25$$

Dimana :

$\Delta y$  = Tinggi elevasi (m)

Y = Jarak horizontal (m)

5. Persamaan menghitung kecepatan aliran (V)

$$V = \frac{1}{n} (R)^{\frac{2}{3}} (S)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots 2.26$$

Dimana :

R = Jari-Jari hidrolis

S = Kemiringan dasar saluran

n = Kekasaran manning

6. Persamaan menghitung debit saluran (Q)

$$Q = A \times V \dots\dots\dots 2.27$$

Dimana :

A = Luas penampang basah ( $m^3/detik$ )

V = Kecepatan aliran ( $m^2$ )

## **2.10 Sumur Resapan**

Sumur resapan merupakan suatu bentuk sumur permukaan atau lubang yang dirancang atau dibuat dengan tujuan menampung air hujan dan membiarkannya meresap ke dalam tanah. Fungsinya adalah untuk memfasilitasi infiltrasi air hujan ke dalam lapisan tanah di sekitarnya. Dalam hal ini, sumur resapan memiliki peran yang berkebalikan dengan sumur air minum. Sementara sumur resapan berfungsi untuk mengarahkan air hujan ke dalam tanah, sumur air minum bertujuan untuk mengambil air tanah ke permukaan untuk kebutuhan air minum. Karena perbedaan fungsi tersebut, struktur dan kedalaman sumur resapan juga berbeda dengan sumur air minum.

Sumur resapan umumnya memiliki bentuk lubang yang mengarah ke bawah dan dirancang untuk memastikan bahwa air hujan yang tertampung di sekitarnya dapat meresap secara efisien ke dalam tanah. Dalam beberapa kasus, sumur resapan dapat dilengkapi dengan struktur penampung sementara seperti kerikil atau batu pecah guna meningkatkan infiltrasi air ke dalam tanah. Sementara itu, manfaat yang dapat diperoleh dari pembuatan sumur resapan di antaranya adalah :

1. Mengurangi aliran permukaan dan mencegah terjadinya genangan air sehingga memperkecil kemungkinan terjadinya banjir dan erosi.
2. Mempertahankan tinggi muka air tanah dan menambah persediaan air tanah.
3. Mengurangi atau menahan terjadinya kenaikan air laut bagi daerah yang berdekatan dengan wilayah pantai.
4. Mencegah penurunan atau amblesnya lahan sebagai akibat pengambilan air tanah yang berlebihan.

5. Mengurangi konsentrasi pencemaran air tanah. 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 hujan. Perubahan lingkungan hidup sebagai akibat dari proses pembangunan, berupa pembangunan pemukiman dan industri, serta pembukaan lahan diduga menyebabkan terjadinya hal tersebut.

Semakin banyak air yang meresap ke dalam tanah, berarti akan banyak tersimpan air tanah di bawah permukaan bumi. Air tersebut dapat dimanfaatkan kembali melalui sumur-sumur atau mata air yang dapat dieksplorasi setiap saat.

Jumlah aliran permukaan akan menurun karena adanya sumur resapan. Pengaruh positifnya, banjir dapat dihindari karena terkumpulnya air permukaan yang berlebihan di suatu tempat dapat dihindarkan. Menurunnya, aliran permukaan ini juga akan menurunkan tingkat erosi tanah.

### **2.10.1 Penerapan Sumur Resapan**

Sumur resapan merupakan salah satu dari sekian banyak cara atau teknik imbuhan buatan dengan cara meresapkan air ke dalam akuifer di bawahnya, di samping teknik imbuhan buatan dengan cara gravitasi melalui sumur resapan dangkal, parit resapan, kolam resapan dan lainnya. Penerapan sumur resapan pada kawasan permukiman akan memberikan keuntungan ganda selain dapat memperkecil dimensi jaringan drainase juga dapat menambah jumlah air tanah dan memperkecil limpasan permukaan. Penempatan sumur resapan pada daerah

permukiman dapat dilakukan secara individu maupun kolektif tergantung segi teknis dan ekonomis.

### 2.10.2 Perencanaan Teknis Sumur Resapan

sumur resapan merupakan salah satu metode imbuhan buatan yang digunakan untuk memfasilitasi infiltrasi air ke dalam akuifer di bawahnya. Selain sumur resapan, ada juga teknik imbuhan buatan lainnya seperti sumur resapan dangkal, parit resapan, kolam resapan, dan sebagainya, yang menggunakan prinsip gravitasi untuk mengarahkan air ke dalam tanah. Keefektifan sumur resapan sangat tergantung dari volume dan jumlah sumur resapan (Kusnaedi, 2000:19)

#### 1. Perhitungan Dimensi Sumur Resapan

Menurut Sujianto (1998) volume dan efisiensi sumur resapan dapat dihitung berdasarkan keseimbangan air yang masuk ke dalam sumur dan air yang meresap ke dalam tanah. Persamaan Sujianto (1998) dapat dituliskan sebagai berikut.

$$H = \frac{Q}{F.K} \left[ 1 - e^{-\frac{F.K.T}{\pi.R^2}} \right] \dots\dots\dots 2.28$$

Dimana :

- H : Tinggi Muka Air Dalam Sumur (m)
- F : Faktor Geometrik (m)
- Q : Debit Air Masuk Atau Qtotal ( $m^3/detik$ )
- T : Waktu Hujan Dominan (detik)
- K : Koefisien Permeabilitas Tanah (m/detik)
- R : Jari-Jari Sumur (m)

Menghitung volume sumur resapan penampang lingkaran:

$$V_{sumur} = \pi.R^2.H \dots\dots\dots 2.29$$

Dimana :

- Vsumur : Volume sumur ( $m^3$ )
- R : Jari-jari sumur (m)
- H : Tinggi sumur (m)

Menghitung jumlah sumur resapan:

$$\text{jumlah sumur resapan} = \frac{V_{total\ sumur}}{V_{rencana}} \dots\dots\dots 2.30$$

### 2.10.3 Kriteria Perencanaan Sumur Resapan

Kriteria perencanaan adalah suatu kriteria yang dipakai perencana sebagai pedoman untuk merancang. Tujuan dari perencanaan ini adalah untuk mengalirkan genangan air pada saat musim hujan dan kelebihan air buangan pada saluran drainase.

Kelebihan air atau genangan air sesaat terjadi karena keseimbangan air pada daerah yang bersangkutan kondisinya buruk yang ditunjukkan dengan adanya besarnya air yang melimpah di permukaan tanah tidak sebanding dengan jumlah air yang meresap ke dalam tanah (Suripin,2004).

Faktor-faktor yang diperlukan dalam perencanaan sumur resapan adalah sebagai berikut :

1. Aspek hidrologi Dalam aspek ini digunakan penentuan debit rencana agar dihitung melalui lengkung kekerapan durasi deras hujan, dari perhitungan debit rencana akibat hujan ini akan dapat digunakan mengevaluasi kapasitas saluran drainase eksisting, sehingga dapat diperkirakan besarnya debit genangan akibat limpasan air hujan yang tidak tertampung oleh saluran drainase eksisting.
2. Koefisien limpasan (*run off*) Ketepatan dalam menetapkan besarnya debit air yang harus dialirkan masuk ke dalam sumur resapan sangat penting dalam menentukan dimensi sumur resapan.
3. Kecepatan aliran minimum Kecepatan aliran minimum yang di ijin kan sangat perlu diperhatikan agar tidak terjadi pengendapan apabila air mengandung lumpur dialirkan ke sumur resapan.

4. Aspek struktur Dalam perancangan dimensi sumur resapan, jenis dan mutu bahan bangunan dipilih sesuai dengan persyaratan desain, tersedia cukup banyak dan mudah diperoleh. Akan tetapi dalam pendesainan juga perlu mempertimbangkan kekuatan dan kestabilan bangunan agar diperhitungkan sesuai dengan umur layanan yang ditentukan.

#### **2.10.4 Persyaratan Sumur Resapan**

Persyaratan umum sumur resapan yang harus dipenuhi sebelum merancang berdasarkan SNI No. 03- 2453-2002 adalah sebagai berikut:

1. Sumur resapan air hujan ditempatkan pada lahan yang relatif datar.
2. Air yang masuk ke dalam sumur resapan adalah air hujan tidak tercemar.
3. Penetapan sumur resapan air hujan harus mempertimbangkan keamanan bangunan sekitarnya.
4. Harus memperhatikan peraturan daerah setempat.
5. Hal-hal yang tidak memenuhi ketentuan ini harus disetujui instansi yang berwenang.

#### **2.11 Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Rencana anggaran biaya adalah sebuah perkiraan atas biaya yang mana akan digunakan sebagai pelaksanaan pada kegiatan proyek, perencanaan anggaran biaya merupakan hal yang wajib ada untuk dapat mengetahui seberapa besar biaya yang akan digunakan. Perencanaan perlu dilakukan untuk mengetahui biaya yang akan dikeluarkan sehingga keuangan lebih terarah.

##### **2.11.1 Analisis Harga Satuan**

Perkiraan jumlah material dan juga kebutuhan tenaga dalam sebuah proses pekerjaan bangunan memegang peranan yang cukup penting untuk mengontrol

kualitas dan kuantitas sebuah pekerjaan. Analisa harga satuan pekerjaan berfungsi sebagai pedoman awal untuk perhitungan rencana anggaran biaya bangunan yang di dalamnya terdapat angka yang menunjukkan jumlah material, tenaga dan biaya satuan pekerjaan

## **2.12 Penelitian Terdahulu**

Kajian penelitian terdahulu disebut juga dengan kajian induktif. Kajian ini dimaksudkan untuk mencari kajian dari peneliti terdahulu, sehingga dapat diketahui arah dan *research on* atau arah penelitian dan kajian-kajian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu.

### **2.12.1 Tinjauan Terhadap Penelitian I**

Penelitian yang dilakukan oleh Restu Wigati dan Andi Cahya Setiawan pada tahun 2014 dalam jurnal fondasi volume 3 nomor 2 yang berjudul “Efektivitas Penerapan Sumur Resapan Dalam Mereduksi Beban Aliran Limpasan Permukaan Sub Das Cisimeut Sebagai Upaya Pengelolaan Banjir” pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Curah hujan yang tinggi dalam kurun waktu yang singkat serta minimnya daerah resapan air di wilayah Sub DAS Cisimeut yang hanya 11,34% mengakibatkan limpasan air hujan meningkat dan pengisian air tanah berkurang. Salah satu usaha untuk menanggulangi hal tersebut adalah penerapan sumur resapan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar efektivitas sumur resapan dalam mereduksi beban aliran limpasan permukaan di wilayah Sub DAS Cisimeut sebagai upaya pengelolaan banjir.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode Sunjoto dan metode SNI 03-2453-2002 dengan dimensi 1,5 m dan kedalaman 3 m. Dari hasil perhitungan jumlah sumur menggunakan metode Sunjoto untuk debit limpasan

permukaan 25%, 50%, dan 75% masing-masing adalah 246953 sumur resapan, 493905 sumur resapan, dan 741194 sumur resapan dengan waktu isi dan resap satu buah sumur adalah 16,5 jam dan 18,87 jam. Sedangkan dengan metode SNI 03-2453-2002 untuk alternatif I,II, dan III masing-masing adalah 53 sumur resapan, 106 sumur resapan, dan 158 sumur resapan dengan waktu isi dan resap satu buah sumur adalah 8,495 jam dan 8,33 jam. Berdasarkan kedua metode tersebut, dipilih metode Sunjoto untuk perencanaan sumur resapan di wilayah Sub DAS Cisimeut karena dalam perhitungannya menggunakan debit banjir dan waktu konsentrasi yang dihitung berdasarkan analisis hidrologi.

Dari perhitungan sumur resapan menggunakan metode Sunjoto, waktu isi dan resap sumur yang terlalu lama membuat perencanaan sumur resapan di wilayah Sub DAS Cisimeut menjadi kurang efektif untuk mereduksi beban aliran limpasan. Hal ini disebabkan karena jenis tanah dan nilai permeabilitasnya yang rendah. Oleh karena itu alternatif lain untuk mereduksi beban aliran limpasan akan direncanakan sebuah kolam retensi dengan panjang 1,250 m, lebar 1,250 m, kedalaman 5 m dan tinggi jagaan 3 m untuk kapasitas pompa  $5 \text{ m}^3/\text{detik}$ . Sedangkan untuk kapasitas pompa  $10 \text{ m}^3/\text{detik}$  dimensinya adalah panjang 1,150 m, lebar 1,150 m, kedalaman 5 m dan tinggi jagaan 3 m.

### **2.12.2 Tinjauan Terhadap Penelitian II**

Penelitian yang dilakukan oleh Kurnia Iriani, Agustin Gunawan, dan Besperi pada tahun 2013 dalam jurnal Inersia volume 5 nomor 1 berjudul "Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan untuk Konservasi Air Tanah di Daerah Permukiman (Studi Kasus di Perumahan RT. II, III, dan IV Perumnas Lingkar Timur Bengkulu)" menunjukkan bahwa pembangunan sarana kehidupan yang meningkat di

masyarakat berdampak pada perubahan tata guna lahan dan mengakibatkan berkurangnya lahan terbuka yang dapat berfungsi sebagai lahan resapan.

Penelitian ini menekankan pentingnya penggunaan sumur resapan air hujan sebagai upaya konservasi air tanah di daerah permukiman. Studi kasus dilakukan di perumahan RT. II, III, dan IV Perumnas Lingkar Timur Bengkulu. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa akibat perubahan tata guna lahan yang disebabkan oleh pembangunan sarana kehidupan, lahan terbuka yang sebelumnya berfungsi sebagai area resapan air hujan semakin berkurang.

Pada penelitian tersebut, rekomendasi perencanaan sumur resapan air hujan diajukan sebagai solusi untuk mempertahankan dan mengembalikan fungsi lahan resapan. Penggunaan sumur resapan air hujan dapat membantu menangkap air hujan dan meresapkannya ke dalam tanah, sehingga dapat meningkatkan ketersediaan air tanah dan mengurangi limpasan permukaan.

Penelitian ini memberikan pemahaman tentang pentingnya perencanaan sumur resapan air hujan dalam upaya konservasi air tanah di daerah permukiman. Dengan adanya sumur resapan, diharapkan dapat mengatasi masalah kekurangan air tanah akibat perubahan tata guna lahan yang terjadi akibat pembangunan sarana kehidupan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah dan konstruksi sumur resapan di perumahan RT. II, III, dan IV Perumnas Lingkar Timur Kota Bengkulu, yang terdiri dari 153 unit rumah. Metode survei digunakan dalam penelitian ini, meliputi pengukuran, kuisisioner/wawancara, dan percobaan peresapan, untuk memperoleh data yang diperlukan.

Berdasarkan data dan analisis perhitungan sesuai dengan Standar Konstruksi SNI 03-2453-2002, dapat ditentukan jenis dan ukuran sumur resapan yang tepat. Untuk sumur resapan individual, jenis yang direkomendasikan adalah berbentuk lingkaran dengan diameter 1 meter dan kedalaman 3 meter. Sedangkan untuk sumur resapan komunal, jenis yang direkomendasikan juga berbentuk lingkaran dengan diameter 1,4 meter dan kedalaman 3 meter, dengan jumlah sebanyak 92 buah.

Selain itu, alternatif lain yang dapat digunakan adalah sumur resapan berbentuk segi empat. Untuk sumur resapan individual, direkomendasikan menggunakan sumur berbentuk segi empat dengan lebar 1,2 meter dan kedalaman 1,5 meter. Sedangkan untuk sumur resapan komunal, direkomendasikan menggunakan sumur berbentuk segi empat dengan lebar 1,4 meter dan kedalaman 3 meter, dengan jumlah sebanyak 72 buah. Konstruksi sumur resapan yang sesuai dengan Petunjuk Teknis Tata Cara Penerapan Drainase Berwawasan Lingkungan di Kawasan Permukiman (2002) adalah menggunakan dinding pasangan batako atau bata merah tanpa diplester, dengan adanya lubang di antara pasangan batako untuk memungkinkan resapan air ke dalam tanah. Dengan demikian, penelitian ini memberikan rekomendasi mengenai jumlah dan konstruksi sumur resapan yang sesuai untuk mengatasi masalah tata guna lahan dan konservasi air tanah di perumahan RT. II, III, dan IV Perumnas Lingkar Timur Kota Bengkulu.

### **2.12.3 Tinjauan Terhadap Penelitian III**

Penelitian yang dilakukan oleh Muhammad Alriansyah Rurung, Herawaty Rio Gilang, dan Liany A. Hendratta pada tahun 2013 dalam jurnal Sipil Statik volume 7 nomor 2 berjudul "Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan dengan Sumur Resapan di Lahan Perumahan Wenwin - Sea Tumpengan,

Kabupaten Minahasa" menyimpulkan bahwa Perumahan Wenwin - Sea Tumpengan, yang terletak di Kabupaten Minahasa, mengalami masalah dengan sistem drainasenya karena padatnya tata ruang perumahan. Saluran drainase tidak berfungsi dengan efektif, yang mengakibatkan limpasan permukaan dan penurunan tingkat infiltrasi air ke dalam tanah. Hal ini menyebabkan genangan air dan banjir saat curah hujan tinggi. Oleh karena itu, diperlukan perencanaan ulang sistem drainase dengan pendekatan berwawasan lingkungan (eko-drainase) yang melibatkan penggunaan sumur resapan.

Dengan perencanaan sumur resapan, diharapkan dapat mengurangi genangan air dan banjir yang terjadi di Perumahan Wenwin - Sea Tumpengan. Perencanaan sistem drainase berwawasan lingkungan dengan sumur resapan akan melibatkan analisis hidrologi, analisis hidrolika, dan Metode Sunjoto untuk menghitung debit resapan dan menentukan jumlah sumur resapan yang dibutuhkan.

Dimensi sumur resapan direncanakan berbentuk silinder dengan diameter 1 meter dan kedalaman 1 meter. Penutup sumur akan menggunakan beton setebal 10 cm dengan celah agar air dapat masuk ke dalam sumur. Kapasitas resapan untuk setiap sumur adalah  $0,1356 \text{ m}^3/\text{detik}$ , sehingga diperlukan total 5 sumur resapan untuk mengatasi masalah genangan air dan banjir.

Penelitian ini memberikan rekomendasi konkret dalam perencanaan sistem drainase berwawasan lingkungan dengan penggunaan sumur resapan untuk mengurangi dampak limpasan permukaan dan memaksimalkan infiltrasi air hujan ke dalam tanah di Perumahan Wenwin - Sea Tumpengan.

#### **2.12.4 Tinjauan Terhadap Penelitian IV**

Penelitian yang dilakukan oleh H. Azwarman pada tahun 2015 dalam jurnal ilmiah volume 15 nomor 2 berjudul "Kajian Sumur Resapan Antisipasi Genangan Air pada Perumahan Permata Kenali untuk Pencegahan Banjir" menyimpulkan bahwa di Indonesia terjadi perubahan iklim secara rutin dari musim kemarau ke musim hujan setiap tahunnya. Pertumbuhan perkembangan masyarakat menyebabkan perubahan penggunaan lahan yang mengakibatkan kurangnya lahan terbuka sebagai tempat penyerapan air. Hal ini menyebabkan limpasan dan sedikitnya air hujan yang diserap oleh tanah. Kelebihan hujan yang tertampung oleh permukaan atap dan tanah rumah dapat menyebabkan banjir, terutama di daerah pemukiman yang memiliki sedikit vegetasi dan tanah yang terekspos. Untuk mengantisipasi banjir, penting untuk membuat sumur resapan yang baik di setiap rumah.

Sumur resapan berfungsi untuk menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah secara perlahan. Berdasarkan analisis dan perhitungan sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2453-2002, disarankan penggunaan sumur resapan berbentuk lingkaran dengan diameter 1 meter dan kedalaman 3 meter. Konstruksi sumur resapan yang sesuai dengan petunjuk Prosedur Pelaksanaan Teknis Drainase Kawasan Permukiman Berwawasan Lingkungan (2002). Dalam penelitian ini didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Penerapan sumur resapan air pada area perumahan merupakan keharusan untuk diwujudkan secara bersama-sama pada setiap rumah, sebagai upaya mengantisipasi banjir dan mencegah penurunan permukaan air tanah dalam rangka mewujudkan perumahan yang berwawasan lingkungan.

2. Ukuran sumur resapan yang direkomendasikan adalah silinder dengan diameter 1,0 meter dan tinggi 1,5 meter.
3. Jumlah sumur resapan yang dibutuhkan untuk seluruh perumahan adalah 36 buah, yang akan dipasang sesuai dengan kondisi jalan yang ada.
4. Dalam perencanaan setiap perumahan, sebaiknya direncanakan sejak awal penggunaan sumur resapan.

Hasil penelitian ini memberikan rekomendasi penting dalam perencanaan dan implementasi sumur resapan air untuk mencegah genangan air dan banjir di Perumahan Permata Kenali, serta menekankan pentingnya perencanaan sumur resapan sejak awal dalam pengembangan perumahan yang berwawasan lingkungan.

#### **2.12.5 Tinjauan Terhadap Penelitian V**

Penelitian yang dilakukan oleh Firmansyah dan Sulwan Permana pada tahun 2022 dalam Jurnal Konstruksi volume 20 nomor 1 berjudul "Analisis Sumur Resapan untuk Mencegah Banjir dan Limpasan di Wilayah Tarogong Kidul" menyimpulkan bahwa Indonesia, terutama Kabupaten Garut, merupakan negara yang sedang mengalami perkembangan infrastruktur dan pembangunan yang pesat. Namun, hal ini juga berdampak pada peningkatan risiko banjir dan limpasan air hujan karena berkurangnya lahan resapan akibat pembangunan yang terus berlanjut. Oleh karena itu, diperlukan rekayasa untuk mencegah banjir, salah satunya melalui pembuatan sumur resapan atau drainase vertikal. Penelitian ini dilakukan di wilayah Kecamatan Tarogong Kidul, Kabupaten Garut, dengan memperoleh data curah hujan dari tiga pos hujan, yaitu stasiun hujan Kecamatan Tarogong Kidul, Kecamatan Garut Kota, dan Kecamatan Samarang. Perencanaan sumur resapan mengacu pada standar SNI 8456:2017 dan SNI 03-2453-2002. Tahapan

perencanaan sumur resapan meliputi penghitungan curah hujan menggunakan Metode Mononobe, perhitungan infiltrasi, analisis curah hujan efektif, analisis andil banjir, dan penentuan kebutuhan sumur resapan yang sesuai dengan wilayah Kecamatan Tarogong Kidul. Dimensi sumur resapan dihitung berdasarkan data tersebut. Penggunaan sumur resapan ini bertujuan untuk mencegah banjir dan limpasan air berlebih, dan dapat diterapkan dalam jangka waktu 6 hingga 9 tahun ke depan. Berdasarkan perhitungan, debit andil banjir sebesar  $251,472 \text{ m}^3/\text{jam}$  dengan luas dinding sumur  $9,42 \text{ m}^2$  dan luas alas sumur  $0,785 \text{ m}^2$ . Hasil penelitian ini memberikan rekomendasi penting dalam perencanaan sumur resapan untuk mengurangi risiko banjir dan limpasan air di wilayah Tarogong Kidul.

#### **2.12.6 Tinjauan Terhadap Penelitian VI**

Penelitian yang dilakukan oleh Wilson Pattiruhu, Agustinus Sakliressy, dan Charles Tiwery pada tahun 2019 dalam Jurnal Manumata volume 5 nomor 1 berjudul "Analisis Sumur Resapan Guna Mengurangi Aliran Permukaan untuk Upaya Pencegahan Banjir (Studi Kasus Pemukiman Pulogangsa Kota Ambon)" menyimpulkan bahwa Pemukiman Pulogangsa di Kota Ambon sering mengalami banjir. Banjir ini disebabkan oleh luapan sungai dan keterbatasan ruang untuk peresapan air. Solusi yang diberikan adalah penerapan sumur resapan yang bertujuan untuk menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah.

Dalam penelitian ini, diperlukan data curah hujan dan tipe rumah untuk menghitung intensitas curah hujan dan debit air, serta data permeabilitas tanah untuk merancang sumur resapan. Metode yang digunakan meliputi Metode Mononobe untuk menghitung intensitas hujan, Metode Rasional untuk menghitung

debit rencana, analisis visual warna dan struktur tanah untuk menentukan nilai permeabilitas tanah, dan Metode Sunjoto 1988 untuk menghitung tinggi sumur.

Berdasarkan hasil analisis, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan perhitungan, sumur resapan direncanakan dengan radius (R) 0,5 meter dan tinggi (H) 3 meter. Jumlah sumur yang diperlukan adalah 149 sumur, dengan volume air yang dapat diresapkan sebesar  $351.214,217 m^3$ .
2. Besar limpasan yang terjadi pada pemukiman Pulogangsa dalam periode ulang 2 tahun adalah sebesar  $2,984,472 m^3$ , dalam periode ulang 5 tahun adalah sebesar  $4,666,176 m^3$ , dan dalam periode ulang 10 tahun adalah sebesar  $5,809,9536 m^3$ .
3. Debit banjir yang dapat dikurangi oleh sumur resapan dalam periode ulang 2 tahun adalah sebesar  $0,08936 m^3$ , dalam periode ulang 5 tahun adalah sebesar  $0,14006 m^3$ , dan dalam periode ulang 10 tahun adalah sebesar  $0,17937 m^3$ .

Hasil penelitian ini memberikan rekomendasi penting dalam pengurangan risiko banjir dan limpasan air di pemukiman Pulogangsa serta menggambarkan manfaat sumur resapan dalam mengurangi aliran permukaan.