

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

- A. Jurnal pertama, dengan judul “Analisa Metode *Rainwater Harvesting* untuk Swasembada Pertanian pada Lahan Pekarangan di Doyo Baru – Jayapura” merupakan jurnal yang diteliti oleh Deliana Mangisu, terbit Universitas Cenderawasih. Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif kuantitatif. Dalam penelitian untuk sumber data primer dilakukan dengan cara observasi dan wawancara pada lokasi studi. Sedangkan data sekunder diambil dari studi literatur terkait topik penelitian, seperti jumlah kepala keluarga, data hasil pertanian, dan data hujan. Analisis data dilakukan dengan cara menghitung intensitas hujan, menghitung luasan atap, menghitung volume air yang diperoleh melalui metode pemanenan air hujan (*rainwater harvesting*), dan merencanakan prasarana metode *Rainwater Harvesting* (RWH). Hasil dari penelitian ini yaitu:
1. Data Hujan 15 tahun terakhir berkisar 77 mm – 249 mm. Tertinggi ada di bulan Februari 90 mm dan Januari. Intensitas Hujan di daerah penelitian yakni 42,907 mm/jam.
 2. Total Volume air seminggu dengan metode *Rainwater Harvest* mampu penuhi kebutuhan air masyarakat. Besarannya yakni 13.024,51 m³
 3. Total Volume Kebutuhan air masyarakat seminggu di Doyo Baru yakni: 6.253,63 m³
 4. Penyediaan prasarana *Rainwater Hervest* dapat dilakukan dengan penyediaan tangki air dan pipa, talangnya, atau dengan penyediaan penampung air dari bahan beton.
- B. Jurnal kedua, dengan judul “Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan dengan Teknik *Rainwater Harvesting* untuk Kebutuhan Domestik” merupakan jurnal yang diteliti oleh Cut Suciatina Silvia dan Meylis Safriani, terbit Universitas Teuku Umar. Sumber dan jenis data yang

digunakan adalah data primer yang diperoleh melalui observasi lapangan pada lokasi studi seperti data tipe rumah, jenis dan luas atap rumah. Data sekunder yang diperoleh berupa data jumlah penduduk, data hujan dari stasiun BMKG dan peta Gampong. Analisis data dilakukan dengan survei mengenai tipe bangunan/rumah, jenis atap bangunan (seng, genteng, daun, dan cor semen) dan luas atap bangunan. Selanjutnya yaitu analisis data hujan dengan 4 distribusi analisis frekuensi hujan untuk mendapatkan rerata hujan harian maksimum (mm/hari), menghitung jumlah air hujan yang dapat dipanen di tiap dusun, menghitung rerata penggunaan air untuk kebutuhan rumah tangga penduduk Gampong Leuhan, analisis potensi perbandingan air hujan yang dipanen dengan penggunaan air untuk kebutuhan rumah tangga Gampong Leuhan. Hasil dari penelitian ini yaitu:

1. Hasil analisis terhadap potensi pemanenan air hujan di Gampong Leuhan menunjukkan sebesar 887.892 liter/hari, dengan rerata potensi pemanenan untuk setiap rumah sebesar 862,031 liter/hari. Perbandingan antara jumlah total air yang dipanen sebesar 887.892 liter/hari dengan total
 2. Penggunaan air untuk kebutuhan masyarakat Gampong Leuhan sebesar 482.346,90 liter/hari menunjukkan bahwa dengan teknik pemanenan air hujan (*rainwater harvesting*) ini akan 2. sangat mencukupi dan mampu menjadi salah satu alternatif dalam pemenuhan kebutuhan air bersih.
 3. Luas bangunan hunian di Gampong Leuhan sudah dalam kondisi baik dan layak huni dengan atap rumah dominan terbuat dari seng, sehingga kondisi ini akan sangat maksimal dalam proses pemanenan air hujan.
- C. Skripsi, dengan judul “Teknik Pemanenan Air Hujan (*Rain Water Harvesting*) sebagai Alternatif Pemenuhan Air Bersih di Perumahan Villa Megasari Kota Makassar” merupakan skripsi yang diteliti oleh Iqbal dan Rifki Riadel, terbit Universitas Muhammadiyah Makassar. Sumber dan jenis data yang digunakan adalah data primer yang diperoleh melalui observasi lapangan pada lokasi studi seperti peta perumahan, data tipe

bangunan atau rumah, jenis dan luas atap setiap bangunan. Data sekunder yang diperoleh berupa data jumlah penduduk, data hujan dari stasiun BMKG Kota Makassar. Adapun analisa yang dilakukan air yaitu analisis data hidrologi, analisis pemanenan air hujan (perhitungan jumlah air yang dapat dipanen), analisis perhitungan kebutuhan air bersih, analisis perbandingan antara air hujan yang dapat dipanen dengan jumlah kebutuhan air bersih, serta ilustrasi konsep pemanenan air hujan. Hasil dari penelitian ini yaitu:

1. Hasil analisis terhadap potensi pemanenan air hujan di Gampong Leuhan menunjukkan sebesar 887.892 liter/hari, dengan rerata potensi pemanenan untuk setiap rumah sebesar 862,031 liter/hari.
2. Perbandingan antara jumlah total air yang dipanen sebesar 887.892 liter/hari dengan total penggunaan air untuk kebutuhan masyarakat Gampong Leuhan sebesar 482.346,90 liter/hari menunjukkan bahwa dengan teknik pemanenan air hujan (rainwater harvesting) ini akan sangat mencukupi dan mampu menjadi salah satu alternatif dalam pemenuhan kebutuhan air bersih.
3. Luas bangunan hunian di Gampong Leuhan sudah dalam kondisi baik dan layak huni dengan atap rumah dominan terbuat dari seng, sehingga kondisi ini akan sangat maksimal dalam proses pemanenan air hujan.

2.2 Hujan

Hujan merupakan salah satu fenomena alam yang terdapat dalam siklus hidrologi dan sangat dipengaruhi iklim. Keberadaan hujan sangat penting dalam kehidupan, karena hujan dapat mencukupi kebutuhan air yang sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup (Park, 2017).

Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, hujan adalah suatu bentuk presipitasi atau endapan dari cairan atau zat padat yang berasal dari kondensasi yang jatuh dari awan menuju permukaan bumi. Namun tidak semua air hujan mampu sampai ke permukaan bumi karena sebagian menguap ketika jatuh melalui udara kering.

Jenis-jenis hujan berdasarkan curah hujan menurut BMKG dibagi menjadi:

- 1) Hujan ringan, 0,5-20 mm/hari
- 2) Hujan sedang, 20-50 mm/hari;
- 3) Hujan lebat, 50-100 mm/hari; dan
- 4) Hujan sangat lebat, di atas 100 mm/hari.

Berdasarkan ukuran butiran, hujan dapat dibedakan menjadi:

- a. Hujan gerimis, dengan diameter butirannya kurang dari 0,5 mm.
- b. Hujan salju, adalah kristal-kristal es yang temperatur udaranya berada di bawah titik beku (0°C).
- c. Hujan batu es, curahan batu es yang turun di dalam cuaca panas awan yang temperaturnya dibawah titik beku (0°C).
- d. Hujan deras, dengan curah hujan yang turun dari awan dengan nilai temperatur diatas titik beku berdiameter butiran ± 7 mm.

Intensitas curah hujan merupakan ukuran jumlah hujan per-satuan waktu tertentu selama hujan berlangsung. Hujan umumnya dibedakan atas 5 (lima) tingkatan sesuai intensitasnya, seperti yang disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2.1. Tingkatan Hujan Berdasarkan Intensitasnya

Tingkatan	Intensitas (mm/menit)
Sangat lemah	$< 0,02$
Lemah	$0,02 - 0,05$
Sedang	$0,05 - 0,25$
Deras	$0,25 - 1$
Sangat Deras	>1

(Sumber: Mori, dkk. dalam Park, 2017)

Data hujan mempunyai variasi yang sangat besar dibandingkan unsur iklim lainnya, baik variasi menurut tempat maupun waktu. Data hujan biasanya disimpan dalam satu hari dan berkelanjutan. Dengan mengetahui data curah hujan kita dapat

melakukan pengamatan di suatu daerah untuk pengembangan dalam bidang pertanian dan perkebunan. Selain itu dapat juga digunakan untuk mengetahui potensi suatu daerah terhadap bencana alam yang disebabkan oleh faktor hujan (Mori, dkk. dalam Park, 2017).

2.3 Manfaat Hujan

Seperti yang telah dikatakan sebelumnya, keberadaan hujan sangat penting dalam kehidupan. Adapun beberapa manfaat hujan bagi kehidupan, antara lain sebagai berikut:

a. Menyediakan Persediaan Air

Air merupakan salah satu unsur terpenting dalam kehidupan maka dengan adanya air semua makhluk hidup bisa terus berkembang dan bertahan hidup.

b. Memperbaiki Kualitas Udara

Pada saat terjadi atau setelah hujan udara akan menjadi terasa lebih segar. Hal ini terjadi dikarenakan pada saat turun hujan udara yang ada di sekitar kita yang telah terkena polusi dan beberapa pencemaran udara lainnya akan dinetralkan.

c. Menyuburkan Tanah dan Tanaman

Dengan adanya hujan yang turun ke permukaan bumi hal ini akan membuat tanah dan tanaman menjadi lebih subur karena memiliki kandungan nitrogen.

2.4 Analisa Perhitungan Curah Hujan Rencana

Untuk menentukan jenis sebaran yang akan digunakan dalam menetapkan periode ulang/*return* periode (analisa frekuensi) maka terlebih dahulu dilakukan pengukuran *disperse* untuk mendapatkan parameter-parameter yang akan digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana (Suripin dalam Iqbal & Riadel, 2022)

Suatu kenyataan bahwa tidak semua variasi dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, kemungkinan ada nilai variasi yang lebih besar atau lebih kecil dari pada nilai rata-ratanya. Besarnya derajat dari sebaran variasi di sekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi (*variation*) atau

dispersi (*dispersion*) dari pada suatu data sembarang variabel hidrologi. Cara mengukur besarnya variasi atau dispersi disebut pengukuran dispersi. Pengukuran dispersi meliputi standar deviasi, koefisien kemencengan, koefisien variasi, dan pengukuran kurtosis (Soewarno, 1995).

Persamaan yang digunakan dalam pengukuran dispersi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Standar deviasi (S), umumnya ukuran dispersi yang paling banyak digunakan adalah deviasi standar (*standard deviation*) dan varian (*variance*). Varian dihitung sebagai nilai kuadrat dari deviasi standar. Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai standar deviasi akan besar, akan tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka standar deviasi akan kecil.

Persamaan:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (2.1)$$

- b. Koefisien Variasi (Cv), Koefisien variasi (*variation coefficient*) adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi.

Persamaan:

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}} \quad (2.2)$$

- c. Koefisien Kemencengan (Cs), Kemencengan (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (*asymetry*) dari suatu bentuk distribusi. Umumnya ukuran kemencengan dinyatakan dengan besarnya koefisien kemencengan (*coefficient of skewness*).

Persamaan:

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2.3)$$

- d. Pengukuran kurtosis (Ck), Pengukuran kurtosis dimaksudkan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

Persamaan:

$$Ck = \frac{n(n+1)}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4 \quad (2.4)$$

Keterangan:

S = Standar Deviasi

Cv = Koefesien Variasi

Cs = Koefesien Kepencengan

Ck = Koefesien Kurtosis

X_i = Nilai tengah kelas

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata hitung data

n = Jumlah data

Untuk memperkirakan besar curah hujan dengan berbagai periode ulang maka dilakukan analisa frekuensi terhadap data curah hujan. Ada berbagai metode yang dapat digunakan dalam mengestimasi besar curah hujan untuk berbagai periode ulang, yaitu Metode Distribusi Normal, Log Normal, *Gumbel*, *Log-Person Type III*. Untuk menentukan jenis sebaran yang akan digunakan, maka parameter statistik data curah hujan wilayah diperiksa terhadap beberapa jenis sebaran sebagai berikut.

Tabel 2.2. Parameter Statistik untuk Menentukan Jenis Distribusi

No.	Distribusi	Syarat
1	Normal	$Cs \approx 0$
		$Ck \approx 3$
2	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3Cv$
		$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$

Tabel 2.2. Lanjutan

No.	Distribusi	Syarat
3	Gumbel	Cs = 1,14
		Ck = 5,4
4	<i>Log Pearson Type III</i>	Selain dari nilai di atas

(Sumber: Triatmodjo, 2008)

2.5 Analisa Frekuensi Curah Hujan

Analisa frekuensi curah hujan adalah berulangnya curah hujan baik jumlah frekuensi persatuan waktu maupun periode ulangnya. Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi. Namun sebelum dilakukan uji distribusi frekuensi curah hujan, dibutuhkan data hujan harian maksimum tahunan minimal 10 tahun terakhir. Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam analisis sebaran dan banyak digunakan dalam hidrologi adalah Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi *Gumbel* dan Distribusi *Log Pearson III*. (Harto, 2000).

2.5.1 Distribusi Normal

Distribusi normal atau kurva normal disebut pula Distribusi Gauss. Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan Metode Distribusi Normal, dengan persamaan sebagai berikut:

dimana:

$$X_t = \bar{X} + K \times S \quad (2.5)$$

X_t = Hujan rencana dengan periode ulang T tahun

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata dari data hujan ($\bar{X}$)

K = Faktor frekuensi, nilainya bergantung dari T (Tabel 2.3)

S = Standard Deviasi dari data hujan ($\bar{X}$)

Dalam perhitungan Distribusi Normal maupun Log Normal, digunakan Tabel Nilai Variabel Reduksi Gauss untuk memperoleh nilai faktor frekuensi (K).

Tabel 2.3. Tabel Nilai Variabel Reduksi Gauss

No.	Periode ulang, T (tahun)	K _T
1	1,001	-3,05
2	1,005	-2,58
3	1,010	-2,33
4	1,050	-1,64
5	1,110	-1,28
6	1,250	-0,84
7	1,330	-0,67
8	1,430	-0,52
9	1,670	-0,25
10	2,000	0
11	2,500	0,25
12	3,330	0,52
13	4,000	0,67
14	5,000	0,84
15	10,000	1,28
16	20,000	1,64
17	50,000	2,05
18	100,000	2,33
19	200,000	2,58
20	500,000	2,88
21	1000,000	3,09

(Sumber: Suripin,2004)

2.5.2 Distribusi Log Normal

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

$$\text{Log } X_t = \overline{\text{Log } X} + K \times S \log X \quad (2.6)$$

dimana:

$\text{Log } X_t$ = Nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang T

$\overline{\text{Log } X}$ = Nilai rata-rata dari Log X

$S \text{ Log } X$ = Standard Deviasi dari Log X

K = Faktor frekuensi, nilainya bergantung dari T (lihat Tabel 2.3)

2.5.3 Distribusi E.J. Gumbel

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan metode *E.J. Gumbel*, dengan persamaan sebagai berikut:

$$X_t = \bar{X} + (K \times S) \quad (2.7)$$

dimana:

X_t = Hujan rencana atau debit dengan periode ulang T

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata dari data hujan (X)

S = Standard Deviasi dari data hujan (X)

K = Faktor frekuensi Gumbel: $K = \frac{Y_T + Y_n}{S_n}$ (2.8)

Y_t = *Reduced variate* = $-\ln - \ln \frac{T-1}{T}$ (2.9)

S_n = *Reduced standard deviasi*

Y_n = *Reduced mean*

Untuk memperoleh nilai variasi distribusi berdasarkan banyak data (tahun), S_n dan Y_n dapat dilihat dari Tabel 4.7 di bawah ini.

Tabel 2.4. Nilai Variasi Distribusi S_n dan Y_n

n	S_n	Y_n	n	S_n	Y_n
10	0,9497	0,4952	60	1,1750	0,5521
15	1,0210	0,5128	70	1,1850	0,5548
20	1,0630	0,5236	80	1,1940	0,5567
25	1,0910	0,5390	90	1,2010	0,5586
30	1,1120	0,5362	100	1,2060	0,5600
35	1,1280	0,5403	20	1,2360	0,5672
40	1,1410	0,5436	500	1,2590	0,5724
45	1,1520	0,5463	1000	1,2690	0,5745
50	1,1610	0,5485			

(Sumber: Kamiana, 2011)

2.5.4 Distribusi *Log Pearson Type III*

Untuk analisa frekuensi curah hujan menggunakan Metode *Log Pearson Type III*, dengan persamaan sebagai berikut:

$$X_t = 10^{\text{Log } X_T} \quad (2.10)$$

$$\text{Log } X_t = \overline{\text{Log } X} + K \times S \log X \quad (2.11)$$

dimana:

X_t = Hujan rencana atau debit dengan periode ulang T

$\text{Log } X_t$ = Nilai logaritmis hujan rencana dengan periode ulang T

$\overline{\text{Log } X}$ = Nilai rata-rata dari Log X

S Log X = Standard Deviasi dari Log X

K = Variabel standar, besarnya bergantung koefisien kemencengan (Cs atau G), lihat Tabel 2.5 dan Tabel 2.6.

Tabel 2.5. Tabel Faktor Frekuensi K_T untuk Distribusi *Log Pearson Type III* (G atau Cs positif)

G or Cs	Return period in years						
	2	5	10	25	50	100	200
	Excedence probabilitas						
	0.5	0.2	0.1	0.04	0.02	0.01	0.005
3,0	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970
2,9	-0,390	0,440	1,195	2,277	3,134	4,013	4,909
2,8	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973	4,847
2,7	-0,376	0,479	1,224	2,272	3,097	3,932	4,783
2,6	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889	4,718
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	3,652
2,4	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800	4,584
2,3	-0,341	0,555	1,274	2,248	2,997	3,753	4,515
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,454
2,1	-0,319	0,592	1,294	2,230	2,942	3,656	4,372
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298
1,9	-0,294	0,627	1,310	2,207	2,881	3,553	4,223
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147
1,7	-0,268	0,660	1,324	2,179	2,815	3,444	4,069
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990
1,5	-0,240	0,690	1,333	2,146	2,743	3,330	3,910
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828
1,3	-0,210	0,719	1,339	2,108	2,666	3,211	3,745
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661
1,1	-0,180	0,745	1,341	2,066	2,585	3,087	3,575
1,0	-0,165	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891	3,312
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576

(Sumber: Kamiana, 2011)

Tabel 2.6. Tabel Faktor Frekuensi K_T untuk Distribusi *Log Pearson Type III* (G atau Cs negatif)

G OR CS	Return period in years						
	2	5	10	25	50	100	200
	Exceedence probabilitas						
	0.5	0.2	0.1	0.04	0.02	0.01	0.005
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576
-0,1	0,017	0,846	1,270	1,716	2,000	2,252	2,482
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,995	2,108
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664
-1,1	0,180	0,848	1,107	1,324	1,435	1,518	1,581
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501
-1,3	0,210	0,838	1,064	1,240	1,324	1,383	1,424
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351
-1,5	0,240	0,825	1,018	1,157	1,217	1,256	1,282
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216
-1,7	0,268	0,808	0,970	1,075	1,116	1,140	1,155
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,059	1,087	1,097
-1,9	0,294	0,788	0,920	0,996	1,023	1,037	1,044
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	0,995
-2,1	0,319	0,765	0,869	0,923	0,939	0,946	0,949
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907
-2,3	0,341	0,739	0,819	0,855	0,864	0,867	0,869
-2,4	0,351	0,752	0,795	0,823	0,826	0,832	0,833
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800
-2,6	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769	0,769
-2,7	0,376	0,681	0,724	0,738	0,740	0,740	0,741
-2,8	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714	0,714
-2,9	0,390	0,651	0,681	0,683	0,689	0,690	0,690
-3,0	0,396	0,636	0,666	0,666	0,666	0,667	0,667

(Sumber: Kamiana, 2011)

2.6 Uji Distribusi Probabilitas

Uji distribusi probabilitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pada uji distribusi probabilitas terdapat dua metode pengujian, yaitu Metode *Chi-Square* (χ^2) dan Metode Smirnov-Kolmogorof.

2.6.1 Metode *Chi-Square*

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan Metode Uji *Chi-Square* adalah sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_f - E_f)^2}{E_f} \quad (2.12)$$

dimana:

χ^2 = Parameter *Chi-Square* terhitung.

E_f = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya.

O_f = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama.

n = Jumlah sub kelompok.

Derajat nyata atau derajat kepercayaan (α) tertentu yang sering diambil adalah 5%. Derajat kebebasan (Dk) dihitung dengan rumus:

$$Dk = K - (p + 1) \quad (2.13)$$

$$K = 1 + 3,3 \log n \quad (2.14)$$

dimana:

P = Banyaknya parameter, untuk uji *Chi-Square* adalah 2.

K = Jumlah kelas distribusi.

n = Banyaknya data

Selanjutnya distribusi probabilitas yang dipakai untuk menentukan curah hujan rencana adalah distribusi probabilitas yang mempunyai simpangan maksimum terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis, atau dirumuskan sebagai berikut:

$$\chi^2 < \chi^2_{cr} \quad (2.15)$$

dimana:

χ^2 = Parameter *Chi-Square* terhitung

χ^2_{cr} = Parameter *Chi-Square* kritis (lihat Tabel 2.7)

Tabel 2.7. Nilai parameter *Chi-Square* Kritis, χ^2_{cr}

dk	α derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,388	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,448	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,262	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,114	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,733	46,979	50,892	53,672

(Sumber: Kamiana, 2011)

Prosedur perhitungan dengan menggunakan dengan Metode Uji *Chi-Square* adalah sebagai berikut:

1. Urutkan data dari besar ke kecil atau sebaliknya.
2. Menghitung jumlah kelas.
3. Menghitung derajat kebebasan (Dk) dan χ^2_{cr}
4. Menghitung kelas distribusi.
5. Menghitung interval kelas.
6. Perhitungan nilai χ^2
7. Bandingkan nilai χ^2 terhadap χ^2_{cr} .

2.6.2 Metode Smirnov-Kolmogorof

Pengujian distribusi probabilitas dengan Metode Smirnov-Kolmogorof dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

1. Urutkan data (X_i) dari besar ke kecil atau sebaliknya.
2. Tentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurut tersebut $P(X_i)$ dengan rumus tertentu, rumus Weibull misalnya.

$$P(X_i) = \frac{(\text{Data ke-}i)}{n + 1} \quad (2.16)$$

dimana:

n = Jumlah data;

i = Nomor urut data (setelah diurut dari besar ke kecil atau sebaliknya.)

3. Tentukan peluang teoritis masing-masing data yang sudah diurut tersebut $P'(X_i)$ berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih (Gumbel, Normal, dan sebagainya).
4. Hitung selisih (ΔP_i) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data yang sudah diurut:

$$\Delta P_i = P(X_i) - P'(X_i) \quad (2.17)$$

5. Tentukan apakah $\Delta P_i < \Delta P$ kritis, jika "tidak" artinya Distribusi Probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.
6. ΔP kritis lihat Tabel

Tabel 2.8. Nilai ΔP kritis Smirnov-Kolmogorof

N	α (derajat kepercayaan)			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N > 50	$\frac{107}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

(Sumber: Kamiana, 2011)

2.7 Kebutuhan Air Bersih Domestik dan Non Domestik

Kebutuhan air baku dalam suatu kota atau wilayah diklasifikasikan menjadi kebutuhan domestik dan non-domestik (Masombe dalam Silvia & Safriani, 2018).

2.7.1 Kebutuhan Domestik

Kebutuhan domestik, adalah kebutuhan air bersih bagi para penduduk untuk kepentingan kehidupan sehari-hari. Yang termasuk dalam kebutuhan air domestik yaitu kebutuhan air untuk keperluan rumah tangga seperti mandi, minum, mencuci serta kebutuhan sehari-hari (Silvia & Safriani, 2018)

Kebutuhan air domestik atau kebutuhan air bersih rumah tangga adalah air yang diperlukan untuk rumah tangga yang diperoleh secara individu dari sumber air yang dibuat oleh masing-masing rumah tangga seperti sumur dangkal, perpipaan atau hidran umum atau dapat diperoleh dari layanan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) PDAM (Badan Standardisasi Nasional, 2015).

Kebutuhan air bersih rumah tangga, dinyatakan dalam satuan Liter/Orang/Hari (L/O/H), besar kebutuhan tergantung dari kategori kota berdasarkan jumlah penduduk disajikan dalam Tabel 2.9.

Tabel 2.9. Kebutuhan Air Bersih Rumah Tangga per Orang per Hari menurut Kategori Kota

No.	Kategori Kota	Jumlah Penduduk (Jiwa)	Kebutuhan Air Bersih (L/O/H)
1.	Semi urban (ibu kota kecamatan/desa)	3.000 – 20.000	60 – 90
2.	Kota Kecil	20.000 – 100.000	90 – 110
3.	Kota Sedang	100.000 – 500.000	100 – 125
4.	Kota Besar	500.000 – 1.000.000	120 – 150
5.	Metropolitan	> 1.000.000	150 – 200

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2015)

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2021 jumlah penduduk di Kota Jayapura yaitu sebanyak 404.004 jiwa. Adapun rata-rata banyaknya anggota rumah tangga di Provinsi Papua pada tahun 2019 yaitu 4,3 atau dibulatkan menjadi 5 orang.

Menurut Ariyanto, D., (2017), untuk menghitung jumlah kebutuhan air rumah tangga digunakan rumus sebagai berikut:

$$K_d = d \times \sum p \quad (2.18)$$

Keterangan:

K_d = Kebutuhan domestik rumah tangga (liter)

d = Asumsi kebutuhan air

$\sum p$ = Jumlah penduduk (orang)

2.7.2 Kebutuhan Non-Domestik

Kebutuhan air perkotaan, yaitu untuk komersial dan sosial seperti toko, gudang, bengkel, sekolah, rumah sakit, hotel, dan sebagainya diasumsikan antara 15% sampai dengan 30% dari total air pemakaian air bersih rumah tangga. Semakin besar dan padat penduduk akan cenderung lebih banyak memiliki daerah komersil dan sosial, sehingga kebutuhan airnya akan lebih tinggi (Badan Standardisasi Nasional, 2015).

2.8 Rainwater Harvesting

Teknik pemanenan air hujan atau disebut juga dengan istilah *rainwater harvesting* didefinisikan sebagai suatu cara pengumpulan atau penampungan air hujan atau aliran permukaan pada saat curah hujan tinggi untuk selanjutnya digunakan pada waktu air hujan rendah (Maryono & Santoso, 2006). Dilihat dari ruang lingkup implementasinya, teknik ini dapat digolongkan dalam 2 (dua) kategori, yaitu:

1. Teknik pemanenan air hujan dengan atap bangunan (*roof top rainwater harvesting*); dan
2. Teknik pemanenan air hujan (dan aliran permukaan) dengan bangunan reservoir, seperti dam parit, embung, kolam, situ, waduk dan sebagainya.

Perbedaan dari kedua kategori di atas adalah bahwa untuk kategori yang pertama, ruang lingkup implementasinya adalah pada skala individu bangunan rumah dalam suatu wilayah permukiman atau perkotaan. Sementara untuk kategori kedua skalanya lebih luas, biasanya untuk suatu lahan pertanian dalam suatu wilayah DAS ataupun sub-DAS.

Menurut Panduan Pengelolaan Terpadu Sistem Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan (*Ecodrain*) (2013), Jenis-jenis Penampung Air Hujan ini dibagi menjadi:

- a) Bak Tampung skala persil;
- b) Bak tampung lingkungan/komunal.

Menurut El Khobar, (2012), *rainwater harvesting* merupakan proses penangkapan, diversifikasi, dan penyimpanan air hujan untuk beragam tujuan, irigasi, sumber air minum, kebutuhan rumah tangga dan pengisian kembali akuifer.

Pemanenan air hujan atau *rainwater harvesting* adalah teknik pengumpulan dan penyimpanan air hujan yang jatuh di atas bangunan, jalan maupun lapangan waktu musim hujan untuk memanfaatkan air dan digunakan pada aktivitas dalam dan luar. *Rainwater harvesting* merupakan komponen penting dari pengelolaan air perkotaan dan memiliki manfaat sekunder sebagai perluasan penggunaan air hujan dan teknologi inovatif sederhana. Teknologi sederhana ini juga memiliki potensi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dari proses pengolahan air yang berkontribusi terhadap perubahan iklim.

Sistem *rainwater harvesting* memanfaatkan sumber daya air *onsite*, mengurangi limpasan perkotaan (*urban runoff*), dan menghemat pengeluaran uang untuk penggunaan air. Sistem *rainwater harvesting* memiliki keterbatasan utama dalam efisiensi sistem yang sangat dipengaruhi oleh variasi spasial dan temporal hujan, yang kemudian mempengaruhi kinerja ekonomi. Keuntungan *rainwater harvesting* adalah tersedia air tambahan, meningkatkan kelembaban tanah, meningkatkan imbuhan air tanah melalui resapan buatan, dan mengurangi banjir perkotaan.

2.9 Manfaat *Rainwater Harvesting*

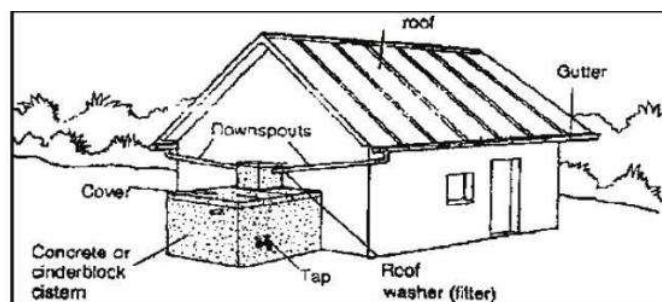
Manfaat dari pemanenan air hujan (*rainwater harvesting*) tentunya sangat banyak dalam kehidupan. Selain bermanfaat untuk memenuhi kebutuhan air sehari-hari, pemanenan air hujan juga memberikan dampak baik terhadap sumber daya air bahkan terhadap lingkungan dan kehidupan sosial.

Manfaat pemanenan air hujan (*rainwater harvesting*), antara lain:

- Menyimpan/menampung air.
- Mengurangi limpasan permukaan/*run off* dengan demikian mengurangi potensi banjir/longsor.
- Menghemat biaya pemakaian air (PDAM) atau listrik untuk pompa air.
- Meningkatkan jumlah air tanah.
- Mencegah intrusi air asin (pada daerah pantai).

2.10 Konstruksi Pemanenan Air Hujan (*Rainwater Harvesting*)

Menurut Al Amin, dkk. dalam Harsoyo (2010), menyebutkan bahwa konstruksi untuk bangunan pemanenan air hujan dapat dibuat dengan cepat karena cukup sederhana dan mudah dalam pembuatannya. Komponen-komponen utama konstruksi tampungan air hujan terdiri dari atap rumah, saluran pengumpul (*collector channel*), filter untuk menyaring daun-daun atau kotoran lainnya yang terangkut oleh air, dan bak penampung air hujan.



Gambar 2.1. Skema Teknik Pemanenan Air Hujan dari Atap Rumah
(Sumber: Harsoyo, 2010)

Teknik pemanenan air hujan (*rainwater harvesting*) memiliki beberapa komponen dasar sebagai berikut (Iqbal & Riadel, 2022):

1. Area permukaan penangkapan air hujan, luas material atap berbanding lurus dengan jumlah air yang dapat ditampung.
2. Pipa *downspout* dan talang, sebagai penyalur air dari atap menuju penampungan. Material yang dapat digunakan adalah pipa PVC, *vinyl* dan *galvanized steel*.
3. *Leaf screens, first-flush diverters and roof washer*, sebagai komponen penyaring atau penghilang kotoran dari air yang ditangkap sebelum menuju ke wadah penampungan.
4. Bak atau wadah penampungan, sebagai tempat penampungan utama dari air yang telah ditangkap.

2.11 Sistem Pemanenan Air Hujan

Sistem pemanenan air hujan dapat diklasifikasikan menjadi:

a. Sistem Penangkap (*Collection System*)

Dalam perencanaan, menentukan tempat untuk menangkap air hujan sangat mempengaruhi kuantitas dan kualitas air, faktor pemasukan pemanenan air hujan, kotoran, dan daun adalah hal yang harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi kualitas air. Tempat yang biasa digunakan untuk menangkap air hujan adalah atap bangunan, lapangan terbuka, jalan dan saluran.

b. Sistem Filter (*Filtering System*)

Air hujan yang sudah ditangkap biasanya masih tercampur dengan tanah, pasir, dedaunan, sampah, kotoran hewan, dan lain-lain. Karena itu, perlu dilakukan usaha penyaringan untuk meningkatkan kualitas air dan memastikan air bebas dari pencemaran. Tingkat pencemaran air dipengaruhi oleh tempat penangkap air hujan. Air hujan yang ditangkap dari jalan mengandung kotoran lebih banyak dibandingkan air hujan yang ditangkap dari atap bangunan. Untuk pengolahan air hujan ini, dapat dilakukan dengan memasang filter atau *mesh screen*. Ukuran *mesh screen* biasanya digunakan 1 – 5 mm.

c. Sistem Panampung (*Storage System*)

Tempat penyimpanan atau penampungan air hujan ini bisa berwujud tangki alami seperti kolam atau dam, ataupun tangki buatan seperti tong atau bak. Biasanya, bahan yang digunakan untuk tampungan *outdoor* menggunakan beton atau plastik, dan untuk *indoor* menggunakan bahan plastik. Tampungan tidak boleh ada lubang agar menjaga kualitas air yang sudah melewati tahap penyaringan, dan untuk tempat pemasangan tampungan ini harus dijauhkan dari suhu yang terlalu tinggi atau rendah, serta terhindar dari cahaya langsung. Adapun opsi untuk penempatan penampung air hujan yaitu di atas permukaan tanah dan di bawah permukaan tanah. Kelebihan dan kelemahan dari masing-masing letak tangki tersebut yang disajikan dalam Tabel 2.10 berikut ini:

Tabel 2.10. Jenis Penempatan Penampung

Letak Tangki Penyimpanan	Kelebihan	Kelemahan
Di atas permukaan tanah	1. Mudah dalam perawatan (retak atau bocor); 2. Ekstraksi air lebih mudah, dapat dengan sistem gravitasi; dan 3. Dapat dibuat lebih tinggi agar meningkatkan tekanan air yang dikeluarkan	1. Membutuhkan luas /tempat yang lebih banyak; 2. Biasanya lebih mahal; 3. Rentan terhadap dampak cuaca; dan 4. Kegagalan konstruksi lebih berbahaya.
Di bawah permukaan tanah	1. Memerlukan luas/tempat yang lebih sedikit bahkan kadang tidak terlihat sehingga tidak	1. Ekstraksi air lebih kompleks; 2. Kebocoran dan kerusakan lebih susah untuk dideteksi;

Letak Tangki Penyimpanan	Kelebihan	Kelemahan
	mengganggu luasan yang ada; 2. Tidak mengganggu tampilan rumah; 3. Air yang dihasilkan lebih dingin.	3. Kemungkinan kontaminasi dari air tanah atau <i>runoff</i>; 4. Struktur rentan terhadap akar tanaman atau kenaikan muka air; 5. Susah untuk dibersihkan; dan 6. Tidak sesuai untuk wilayah yang tinggi muka air tanahnya di atas dasar tangki.

(Sumber: Djalle, 2022)

Selain letak dari penampung air hujan, penentuan ukuran bak atau tangki penampung air hujan juga harus diperhatikan, dimana ukuran bak ditentukan berdasarkan pemakaian air dan jumlah ketersediaan air. Ukuran bak yang ideal dengan ukuran atap tertentu dapat diketahui dengan menghitung 5% pendapatan air hujan selama satu tahun dan 5% kebutuhan air domestik tiap kepala keluarga (*British Standard BS 8515*, no. 4.1.2.3 *The intermediate approach*, 2009).

Hasil perhitungan 5% potensi air hujan dan 5% kebutuhan air domestik selanjutnya ditentukan nilai paling minimal antara keduanya sehingga bisa digunakan untuk mengetahui sekurang-kurangnya ukuran bak yang ditentukan untuk mencukupi kebutuhan dalam satu kepala keluarga.

Hasil 5% potensi air hujan apabila lebih besar dari 5% kebutuhan air domestik, maka volume bak sekurang-kurangnya menggunakan hasil perhitungan 5% kebutuhan air domestik. Apabila hasil 5% potensi air hujan lebih kecil dari 5% kebutuhan air domestik, maka volume bak sekurang-kurangnya menggunakan hasil perhitungan 5% potensi air hujan.

d. Sistem Pengaliran (*Conveyance System*)

Air hujan pada prinsipnya harus disalurkan melalui sistem penyaluran yang terpisah dari sistem penyaluran air bekas dan air kotor. Jika dicampurkan maka saat saluran tersumbat akan ada kemungkinan air hujan mengalir balik dan masuk ke alat plambing terendah pada sistem tersebut. Umumnya air hujan disalurkan secara gravitasi dengan mengatur kemiringan dan letak pipa-pipa air hujan. Beberapa faktor yang berimbas pada perencanaan dimensi saluran air hujan, diantaranya luas atap dan nilai intensitas hujan. Semakin besar luas atap dan intensitas hujan maka semakin besar pula dimensi talang horizontal karena beban air hujan yang harus disalurkan juga semakin besar.

Ketentuan ukuran pipa horizontal dan pipa tegak talang hujan didapatkan berdasarkan luas atap maksimum. Luas atap maksimum untuk setiap diameter pipa air hujan didapatkan dengan mengkonversikan nilai curah hujan. Pengkonversian nilai curah hujan dilakukan dengan melakukan interpolasi pada nilai curah hujan dan luas atap yang telah ditetapkan pada ketentuan Badan Standardisasi Nasional tahun 2015.

Adapun rumus interpolasi sebagai berikut:

$$Y = Y_1 + \frac{(X-X_1)}{(X_2-X_1)} \times (Y_2-Y_1) \quad (2.19)$$

Dimana:

Y = Luas Atap Maksimum (m²)

X = Nilai Curah Hujan (mm/jam)

Tabel 2.11. Penentuan Ukuran Perpipaan Air Hujan Horizontal

Ukuran Pipa	Debit (Kemiringan 2%)	Luas Bidang Datar Horizontal Maksimum yang Diperbolehkan pada Berbagai Nilai Curah Hujan (m ²)					
Inci	L/dt	25,4 mm/jam	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
3	2,88	431	216	144	108	86	72
4	6,6	985	492	328	246	197	164
5	11,76	1.754	877	585	438	351	292
6	18,84	2.806	1.403	935	701	561	468
8	40,62	6.057	3.029	2.019	1.514	1.211	1.012
10	72,84	10.851	5.425	3.618	2.713	2.169	1.812

Ukuran Pipa	Debit (Kemiringan 2%)	Luas Bidang Datar Horizontal Maksimum yang Diperbolehkan pada Berbagai Nilai Curah Hujan (m ²)					
		12	15	18	22	27	33
12	117,18	17.465	8.733	5.816	4.366	3.493	2.912
15	209,46	31.214	15.607	10.405	7.804	6.284	5.202

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2015)

*kemiringan 2%

Tabel 2.12. Penentuan Ukuran Pipa Tegak Air Hujan

Ukuran Saluran atau Pipa Air Hujan	Debit	Luas Atap Maksimum yang Diperbolehkan pada Berbagai Nilai Curah Hujan (m ²)					
		25,4 mm/jam	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
inci	L/dt						
2	1,8	268	134	89	67	53	45
3	5,52	818	409	272	204	164	137
4	11,52	1.709	855	569	427	342	285
5	21,6	3.214	1.607	1.071	804	643	536
6	33,78	5.017	2.508	1.672	1.254	1.003	836
8	72,48	10.776	5.388	3.592	2.694	2.155	1.794

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2015)

Tabel 2.13. Ukuran Talang Atap

Diameter Talang	Nilai Curah Hujan Maksimum Berbasis pada Luas Atap (m ²)				
	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
3	63	42	32	25	21
4	134	89	67	54	45
5	232	155	116	93	77
6	357	238	178	143	119
7	513	342	256	205	171
8	739	493	370	295	247
10	1.338	892	669	534	446

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2015)

*kemiringan 2%

2.12 Koefisien *Run-Off* Pemanenan Air Hujan

Salah satu hal terpenting dalam melakukan pemanenan air hujan adalah menentukan tingkat koefisien *run-off*. Koefisien *run-off* merupakan koefisien aliran permukaan yang biasanya dilambangkan dengan huruf C. koefisien C ini dapat didefinisikan sebagai nisbah antara laju puncak aliran terhadap intensitas hujan (Arsyad dalam Iqbal & Riadel, 2022).

Faktor utama yang memengaruhi nilai C adalah laju infiltrasi tanah atau presentase lahan kedap air, tanaman penutup tanah, kemiringan medan, dan intensitas hujan. Hal lain yang mempengaruhi nilai C ini adalah derajat kepadatan tanah, dan simpanan depresi.

Tabel 2.14. Koefisien aliran permukaan (C) untuk daerah urban

No.	Jenis Daerah	Koefisien C
1.	Daerah Perdagangan	
	a. Perkotaan (<i>down town</i>)	0,70 - 0,90
	b. Pinggiran	0,50 - 0,70
2.	Pemukiman	
	a. Perumahan satu keluarga	0,30 - 0,50
	b. Perumahan berkelompok, terpisah-pisah	0,40 - 0,60
	c. Perumahan berkelompok, bersambungan	0,60 - 0,75
	d. Sub-urban	0,25 - 0,40
	e. Daerah apartemen	0,50 - 0,70
3.	Industri	
	a. Daerah industri ringan	0,50 - 0,80
	b. Daerah industri berat	0,60 - 0,90
4.	Taman, pekuburan	0,10 - 0,25
5.	Tempat bermain	0,20 - 0,35
6.	Daerah stasiun kereta api	0,20 - 0,40
7.	Daerah belum diperbaiki	0,10 - 0,30
8.	Jalan	0,70 - 0,95
9.	Bata	
	a. Jalan, hamparan	0,75 - 0,85
	b. Atap	0,75 - 0,95

(Sumber: Iqbal & Riadel, 2022)

2.13 Kuantitas Pemanenan Air Hujan dan Air Hujan yang Dapat Dipanen

Untuk menentukan volume air hujan yang dibutuhkan, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu sebagai berikut (Park, 2017):

- a. Volume air yang dibutuhkan per-hari;
- b. Ukuran (luasan) tangkapan air hujan;
- c. Tinggi rendahnya curah hujan;
- d. Kegunaan air hujan sebagai alternatif air bersih, dan tempat yang tersedia.

Untuk mengetahui kebutuhan air secara total, harus ditentukan kuantitas air yang diperlukan untuk keperluan sehari-hari seperti mandi, cuci, kakus dan lain-lain. Setelah menentukan volume air hujan yang dibutuhkan maka volume air hujan yang dapat ditangkap akan menentukan ukuran sistem pemanenan air hujan yang dibutuhkan.

Menurut Mangisu, 2020, perhitungan potensi volume air hujan dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V = \alpha \cdot \beta \cdot I \cdot A \cdot T \quad (2.20)$$

Keterangan:

V = Potensi volume air hujan (m^3)

α = Koefisien limpasan

β = Koefisien distribusi hujan

I = Intensitas hujan (m/jam)

A = Luas atap bangunan (m^2)

T = Lama hujan (jam)

Untuk mencari nilai intensitas hujan dapat menggunakan rumus Model Mononobe sebagai berikut:

$$I = \left\{ \frac{R_{24}}{24} \right\} \cdot \left\{ \frac{24}{T} \right\}^{2/3} \quad (2.21)$$

Keterangan:

I = Intensitas Hujan Rencana Rata-rata dalam T jam (mm/jam)

R_{24} = Tinggi hujan harian maksimum atau hujan rencana (mm)

T = Durasi hujan atau waktu kosentrasi (jam)

Kala atau periode ulang ditentukan berdasarkan tabel berikut ini:

Tabel 2.15. Kala Ulang Berdasarkan Jenis Bangunan

No.	Jenis Lahan	Periode Ulang (Tahun)
1.	Jalan Tol	10
2.	Jalan Arteri	10
3.	Jalan Kolektor	10
4.	Jalan Biasa	10
5.	Perumahan	2 – 5
6.	Pusat Perdagangan	2 – 10
7.	Pusat Bisnis	2 – 10
8.	Landasan Terbang	5

(Sumber: Agustiningsih, dkk. 2021)

2.14 Kualitas Air

Air bersih adalah air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak (Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 1405/Menkes/Sk/XI/2002).

Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air, sedangkan status mutu air adalah tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air yang ditetapkan

Klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001):

- a. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang memper-syaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- b. Kelas dua, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;

- c. Kelas tiga, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut;
- d. Kelas empat, air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Penyesuaian dengan standar yang berlaku dapat menentukan peruntukan dari air tersendiri, seperti Permenkes RI No.429/MENKES/PER/IV/2010, tentang persyaratan kualitas air minum, menyatakan air minum adalah air yang melalui proses pengelolaan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum. Sedangkan Permenkes RI No. 32 tahun 2017, menentukan bagaimana peraturan baku mutu kualitas air untuk kesehatan lingkungan.

Peraturan Baku Mutu kesehatan lingkungan biasa digunakan untuk *higiene* sanitasi seperti: mandi, dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Adapun parameter kualitas air untuk kesehatan lingkungan meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia. Parameter tersebut dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Adapun parameter tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Parameter fisika.
Parameter fisika merupakan parameter langsung yang terdiri dari kondisi fisik air pada umumnya, hal ini berguna untuk penentuan kadar maksimum dari enam parameter wajib, yaitu kekeruhan, warna, zat padat terlarut (*Total Dissolved solid*), suhu, rasa, dan bau.
- b. Parameter biologi.
Parameter biologi berguna untuk pemeriksaan kandungan mikroorganisme/bakteri seperti: Total *coliform*, dan *Eschericia coli*.
- c. Parameter kimia.
Parameter kimia menjadi hal penting untuk dilakukan pengukuran, karena kandungan kimia berdampak buruk bagi kesehatan, terutama bagi tubuh

manusia, adapun parameter kimia meliputi: pH, besi, fluoride, kesadahan (CaCO_3), mangan, nitrat, sianida, deterjen, dan total pestisida.

(Sumber: Ichsan, 2020)

2.15 Persyaratan Pemenuhan Air Bersih

Menurut (Joko, 2010) beberapa syarat dalam pemenuhan air bersih antara lain:

1. Syarat Kualitatif, berupa kelayakan untuk dikonsumsi bersifat aman dan layak digunakan dalam pemenuhan sehari-hari.
2. Syarat kuantitatif, berupa jumlah air yang dapat dimanfaatkan oleh penduduk dalam kegiatan sehari-hari.
3. Syarat Kontinuitatif, pemenuhan air bersih yang dapat digunakan setiap waktu.
4. Mudah diperoleh, tidak memerlukan waktu lama dalam pengambilan air bersih.
5. Harga murah, harga dalam pemenuhan air bersih dipastikan murah.

2.16 Ketentuan Umum Penyelenggaraan Pemanenan Air Hujan

Dikutip dari Modul Sosialisasi dan Diseminasi Standar Pedoman dan Manual “Penampungan Air Hujan”, Penyelenggaraan PAH harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a. PAH harus dilaksanakan oleh orang yang berpengalaman.
- b. Lokasi tempat PAH dipilih pada daerah-daerah kritis dengan curah hujan minimal 1.300 mm per tahun.
- c. Pelaksanaan konstruksi PAH harus sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- d. PAH dipasang di lokasi atau hanya di daerah rawan air minum.
- e. Penempatan PAH harus dapat menampung air hujan dan/atau pada kondisi tertentu dapat menampung air minum dari PDAM yang didistribusikan melalui mobil tangki air/kapal tangki air.
- f. Adanya partisipasi masyarakat setempat dalam pelaksanaan pembangunan, pengoperasian dan pemeliharaan PAH.
- g. PAH dapat digunakan secara individual maupun kelompok masyarakat.

- h. Air hujan jatuh pertama setelah musim kemarau tidak boleh langsung ditampung.
- i. PAH harus kedap air.