

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Air bersih**

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan makhluk hidup, kehidupan di dunia tidak dapat berlangsung terus tanpa tersediaan air yang cukup. Penyebab susahny mendapatkan air bersih adalah adanya pencemaran air yang disebabkan oleh limbah industri, rumah tangga, dan limbah pertanian. Selain itu disebabkan oleh adanya pembangunan dan penebangan hutan secara liar menyebabkan berkurangnya kualitas mata air dari pegunungan. Akibatnya air bersih terkadang menjadi barang langka (Asmadi, 2011). Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan akan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu.

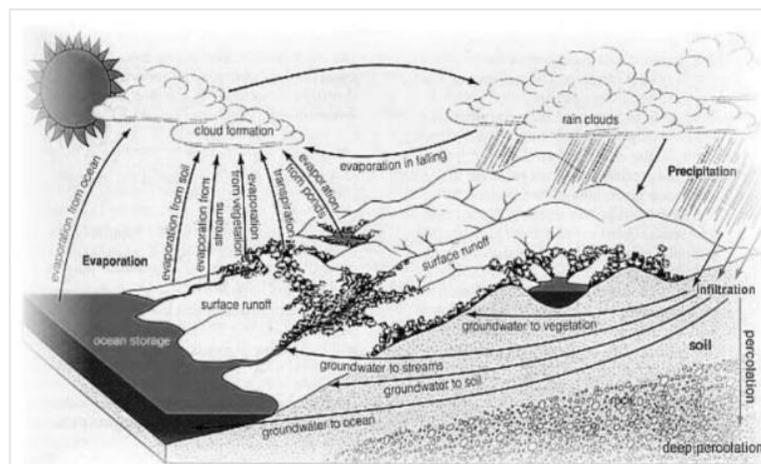
Air dapat dikatakan sebagai air bersih dilihat dari tiga indikator fisik yaitu warna, bau dan rasa. Sementara dalam air minum indikator yang dipakai selain indikator fisik terdapat indikator kimia dan indikator biologi. Indikator kimia parameter yang dipakai berupa pH, Total solid, Besi (Fe), Mangan (Mn), Klorida, Seng (Zn) dan lain-lain, Sedangkan indikator biologi yang digunakan yaitu mikroorganisme yang ada di dalam air.

Sebagian besar (71%) dari permukaan bumi tertutup oleh air. Sekalipun air jumlahnya relatif konstan, tetapi air tidak diam, melainkan bersirkulasi akibat pengaruh cuaca. Ketersediaan sumber air bersih merupakan indikator kesejahteraan makhluk hidup. Air bersih yang dapat digunakan berasal dari berbagai sumber diantaranya adalah.

- a. Air permukaan yang merupakan air sungai dan danau.
- b. Air tanah yang tergantung kedalamannya bisa disebut air tanah dangkal atau air tanah dalam.
- c. Air angkasa, yaitu air yang berasal dari atmosfer, seperti hujan dan salju (Situmorang, 2007).

## 2.2 Siklus Hidrologi

Hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi (Syarifudin 2017). Rangkaian peristiwa yang terjadi pada air saat jatuh ke bumi hingga menguap untuk kemudian jatuh kembali ke bumi disebut daur atau siklus hidrologi (Andawayanti, 2019). Siklus hidrologi secara ilmiah ditunjukkan pada **Gambar 2.1**



**Gambar 2.1** Skema Siklus Hidrologi

*Sumber: Syarifudin 2017*

Panas yang bersumber dari sinar matahari , akan mengakibatkan:

1. Evaporasi: penguapan pada permukaan air laut, sungai, danau, waduk dan pada permukaan tanah.
2. Transpirasi: Penguapan dari permukaan tumbuhan.

Uap air hasil dari penguapan, pada ketinggian tertentu akan menjadi awan, kemudian awan akan berkondensasi presipitasi (bisa dalam bentuk salju, hujan, hujan es dan embun).

Air hujan yang jatuh kadang tertahan oleh ujung dedaunan ataupun bangunan, dan lain sebagainya disebut intersepsi. Besarnya intersepsi tergantung dari jenis tanaman atau tingkat pertumbuhan, tetapi biasanya berkisar 1 mm pada saat terjadinya hujan pertama, kemudian 20% pada hujan-hujan berikutnya.

Air hujan yang mencapai tanah sebagian terinfiltrasi (menembus permukaan tanah), sebagian lagi menjadi aliran di atas permukaan (*over land flow*) dan sebagian mengalir menjadi aliran bawah permukaan.

Air yang menjadi bagian dari tanah dan berada dalam tanah pori-pori tanah disebut air soil. Apabila kapasitas kebasahan tanah (*soil moisture*) ini terlampaui, maka kelebihan air akan ber perkolasi (mengalir vertikal) menjadi air tanah. Air yang mengalir pada suatu situasi dan kondisi tertentu akan mencapai danau, sungai dan laur menjadi simpanan air yang disebabkan oleh cekungan (*depression storage*), saluran dan sebagainya mencari tempat yang lebih rendah (Syarifudin 2017).

### **2.3 Air Hujan Sebagai Air Baku**

Salah satu sumber air yang berpotensi digunakan sebagai air baku adalah air hujan. Pemanfaatan air hujan merupakan salah satu alternatif yang sederhana dalam sistem penyediaan air bersih bagi daerah yang masih belum terjangkau oleh PDAM, jauh dari sumber mata air, dan kualitas air permukaan tidak memadai. Tujuan penggunaan air hujan yaitu untuk mengontrol laju aliran dan volume limpasan permukaan untuk mengurangi resiko banjir, pencemaran air dan tekanan terhadap jaringan drainase (Defra, 2011).

Air hujan merupakan penyubliman awan/uap air menjadi air murni. Walau pada saat prestipasi merupakan air yang paling bersih, air tersebut cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer. Pencemaran yang berlangsung di atmosfer dapat disebabkan oleh Partikel debu, Mikroorganisme, dan Gas misalnya Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), Nitrogen ( $\text{N}_2$ ), dan Amonia ( $\text{NH}_3$ ) (Sumantri, 2015). Sehingga penggunaan air hujan sebagai air bersih tidak dimulai pada saat hujan mulai turun, karena masih banyak terdapat kotoran pada air hujan tersebut.

#### **2.3.1 Kualitas Air Hujan**

Pelayanan sistem penyediaan air bersih harus memperhatikan salah satunya yaitu kualitas air yang digunakan. Kualitas air adalah tingkat kondisi kualitas air yang menunjukkan kondisi terkontaminasi atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan berdasarkan standar kualitas air yang ditetapkan (Putro, 2016).

Menurut WHO (2004), kualitas air harus dapat memenuhi beberapa aspek, antara lain: aspek mikroba, aspek desinfeksi, aspek kimiawi, aspek radiologis, dan aspek kelayakan. Risiko terbesar terhadap mikroba diakibatkan oleh konsumsi air yang terkontaminasi dengan organisme patogen dari kotoran manusia atau hewan (termasuk burung). Desinfeksi merupakan *barrier* efektif terhadap kuman patogen yang perlu diterapkan pada sumber air baku yang terkontaminasi. Masalah terkait dengan konstituen kimiawi umumnya dapat menyebabkan efek kesehatan yang buruk setelah periode penggunaan yang panjang. Risiko kesehatan akibat kontaminan radiologi perlu dipertimbangkan walaupun kontribusinya secara alami sangat kecil. Aspek kelayakan lebih menekankan pada kualitas fisik air, yaitu air harus tidak berbau dan berasa untuk dikonsumsi oleh konsumen.

Kualitas air pada dasarnya adalah membicarakan karakteristik kualitas air yang berasal dari sumber perairan alamiah, maka uraian tentang kualitas air akan dimulai dengan membahas karakteristik-karakteristik fisik seperti suhu dan bahan terlarut dalam air serta karakteristik lain (kimia) yang terbentuk oleh persenyawaan bahan-bahan organik dan non organik yang mempunyai peranan penting sebagai indikator kualitas air (Asdak, 2007)

Air hujan umumnya memiliki kualitas yang cukup baik hampir tidak terkontaminasi. Tetapi jika air hujan kontak dengan permukaan tangkapan hujan (*catchment*), talang dan bak penampung air hujan maka air tersebut akan terkontaminasi baik secara fisik, kimia dan mikroorganisme (UNEP 2001).

Air hujan yang bersih memiliki nilai kisaran pH 5,0 - 5,5 yang berarti sedikit asam, jika terkontaminasi dengan polutan di udara berupa Sulfur Oksida atau Nitrogen Oksida (NO<sub>2</sub>), maka pH air hujan bisa lebih asam sekitar 4,0. Penurunan dari pH 5,0 menjadi 4,0 berarti tingkat keasaman menjadi 10 x lebih asam dari semula (Winarno FG, 2016). Kualitas air hujan di Kota Pontianak selama 2 tahun berturut (2007 hingga 2008) memiliki nilai yang bervariasi di setiap parameter, seperti yang dicantumkan Muthmainah (2011) berdasarkan data BPS 2009 kualitas air hujan di Kota Pontianak dapat dilihat pada **Tabel 2.1**

**Tabel 2.1** Kualitas Air Hujan Kota Pontianak 2007 - 2008

No	Parameter		Satuan	Tahun		Standar Baku Mutu Air*
				2007	2008	
1	pH	max	-	5,95	5,77	8,5
		min		4,21	4,48	6,5
2	EC	max	mS/cm	47,12	27,77	-
		min		8,82	7,59	
3	Kalsium	max	mg/l	1,71	1,55	-
		min		0,25	0,25	
4	Magnesium	max	mg/l	0,44	1,1	-
		min		0,09	0,07	
5	Natrium	max	mg/l	8,28	1,29	-
		min		0,38	0,42	
6	Kalium	max	mg/l	1,27	1,59	-
		min		0,08	0,13	
7	Amonium	max	mg/l	1,9	2,12	-
		min		0	0,01	
8	Klorida	max	mg/l	4,38	1,77	-
		min		0,79	0,41	
9	Sulfat	max	mg/l	2,13	1,61	400
		min		0,38	0,33	
10	Nitrat	max	mg/l	1,09	2,72	10
		min		0	0	
11	Kesadahan	max	mg/l	2,08	2,64	500
		min		0,34	0,34	

Sumber: Muthmainah, 2011

\*Baku mutu air berdasarkan Peraturan menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017

Berdasarkan data **Tabel 2.1**, terdapat beberapa parameter yang tidak diuji diantaranya Kekeruhan (*Turbidity*) dan Timbal (Pb), sehingga untuk menambahkan data tersebut maka digunakan data dari penelitian terdahulu. Berikut merupakan data kualitas air hujan dari penelitian terdahulu dapat dilihat pada **Tabel 2.2**

**Tabel 2.2** Kualitas Air Hujan Kota Pontianak

No	Parameter	Satuan	Nama Peneliti			Standar Baku Mutu Air*
			Muthmainah	Sakong	Mursalin	
1	pH	-	7,8	5,33	5,91	6,1 - 8,5
2	Kekeruhan	NTU	1,57	1,2275	-	25
3	Timbal	mg/l	-	-	0,00483	0,05
4	Nitrat	mg/l	-	-	5,883	10

Sumber: Muthmainah, 2011, Sakong, 2012 dan Mursalin, 2019

\*Baku mutu air berdasarkan Peraturan menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017.

Berkaitan pada **Tabel 2.1** kualitas air di Kota Pontianak tahun 2007 hingga 2008 memiliki rentang pH 4,21-5,95, Sulfat 0-2,13 mg/l, Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) 0-2,72 dan kesadahan ( $\text{CaCO}_3$ ) 0,34-2,64 mg/l. Sedangkan kualitas air hujan di Kota Pontianak yang diperoleh dari data penelitian terdahulu (**Tabel 2.2**) memiliki rentang pH 5,33-7,8. Kekeruhan (*turbidity*) 1,2275 NTU hingga 1,57 NTU, Timbal (Pb) 0,00483 - 0,05 Mg/l dan Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) memiliki nilai sebesar 5,883 Mg/l. Mengacu PERMENKES No 32 Tahun 2017, tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk media air untuk keperluan higiene sanitasi beban parameter pH yang diizinkan sebesar 6,1 - 8,5. Kekeruhan (*turbidity*) 25 NTU, Timbal (Pb) 0,05, Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) 10 mg/l, Sulfat 400 mg/l dan kesadahan ( $\text{CaCO}_3$ ) sebesar 500 mg/l. Berdasarkan nilai parameter diatas (**Tabel 2.1 dan Tabel 2.2**) sudah berada dibawah baku mutu air yang diizinkan, hal ini menunjukkan kondisi air baik untuk digunakan sebagai air bersih.

#### **2.4 Curah Hujan Wilayah Kota Pontianak**

Kawasan Kota Pontianak memiliki dan umumnya Indonesia berada di daerah tropis yang memiliki dua musim yaitu musim kemarau dan musim penghujan yang ditunjukan dengan curah hujan yang berbeda.

Kota Pontianak (2017), tercatat mengalami beberapa kali genangan yang cukup tinggi yang disebabkan oleh tingginya curah hujan yang terjadi. Ketinggian genangan di beberapa jalan protokol kota, dapat mencapai hingga 40 cm. Kondisi ini mengindikasikan bahwa curah hujan yang tergolong tinggi menjadi potensi aliran permukaan di atas tanah dengan nilai infiltrasi yang cukup rendah (Wulandari 2018). Berikut merupakan jumlah data curah hujan harian maksimum dari tahun 2012 hingga 2021.

**Tabel 2.3** Data Curah Hujan Harian Maksimum (CHHM)

No	Tahun	Jumlah CHHM (mm)
1	2012	686,6
2	2013	452,8
3	2014	695,3
4	2015	825,3
5	2016	1019,4
6	2017	884,2
7	2018	647,1
8	2019	688,3
9	2020	687,9
10	2021	962,7
Rata-rata		754,96

*Sumber: Data Base Online BMKG.2022*

Musim kemarau di wilayah Kota Pontianak biasanya terjadi pada bulan Juni hingga September. Sedangkan musim hujan dapat terjadi pada bulan Desember hingga Maret. Situasi ini berubah setiap enam bulan setelah masa transisi April sampai Mei dan Oktober sampai November.

Berdasarkan **Tabel 2.3**, rata-rata curah hujan maksimum tahun 2012 hingga 2021 tercatat 754,96 mm. Curah hujan tertinggi terjadi pada tahun 2016 sedangkan curah hujan terendah terjadi pada tahun 2013, data curah hujan yang menggambarkan kondisi Sungai Ambawang diambil dari Data Base Online BMKG Stasiun Meteorologi Supadio dikarenakan letaknya tidak jauh dari lokasi terminal Sungai Ambawang.

#### **2.4.1 Analisis Curah Hujan**

Analisis curah dilakukan untuk mengetahui besarnya curah hujan yang akan digunakan. Analisis curah hujan meliputi perhitungan curah hujan rencana, intensitas hujan dan hujan andalan dengan menggunakan data curah hujan harian selama 10 tahun terakhir (2012 – 2021).

##### **A. Curah Hujan Rencana**

Rumus-rumus yang dapat digunakan untuk menentukan hujan rencana dengan menggunakan analisa distribusi Gumbel adalah sebagai berikut:

- Menghitung standar deviasi dari data curah hujan.

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (X_t - X_r)^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2.1)$$

- Menghitung hujan menggunakan rencana periode ulang tahunan.

$$X_t = X_r + (K.Sd) \dots\dots\dots(2.2)$$

Sebaran data curah hujan harian maksimum tahunan akan mengikuti sebaran nilai-nilai ekstrim. Berbagai tipe sebaran nilai ekstrim yang ada, tipe sebaran Gumbel merupakan tipe sebaran yang sering digunakan di Indonesia untuk menyelesaikan analisis statistik nilai-nilai ekstrim komponen hidrologi (Wesli, 2021). Nilai Ekstrim merupakan distribusi peluang kontinu (Widyawati dan Yuniarti, 2021). Faktor frekuensi (K) untuk periode ulang tahun (PUH) dapat diperoleh dengan rumus berikut.

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:  $X_i$  = Curah hujan maksimum

$X_r$  = Rata-rata curah hujan maksimum

$n$  = Jumlah data

$K$  = Faktor frekuensi untuk periode ulang

$X_t$  = Curah hujan rencana

$S_d$  = Standar deviasi

## B. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan setiap satuan waktu. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas hujan ialah ketinggian hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi waktu jangka pendek misal 5 menit, 30 menit 60 menit dan berjam-jam (Wesli,2021)

Nilai rata-rata hujan maksimum harian digunakan dalam menentukan intensitas hujan yang jatuh ke permukaan atap. Intensitas hujan tersebut dapat dihitung dengan menggunakan persamaan Mononobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan: I = Intensitas hujan

R24 = curah hujan harian maksimum (mm)

t = lamanya hujan (jam)

### C. Hujan Andalan

Menganalisis hujan andalan adalah metode tahun dasar perencanaan dengan cara menghitung hujan tahunan (Purwanto, 2017). Curah hujan andalan adalah curah hujan rerata daerah minimum untuk kemungkinan terpenuhi yang sudah ditentukan dan dapat dipakai untuk keperluan saluran irigasi dan lainnya (Tria, 2014). Analisis hujan andalan dilakukan dengan menentukan nilai probabilitas terlebih dahulu yang dinyatakan dalam satuan persen (%).

Menurut Susana (2012), Curah hujan andalan merupakan curah hujan yang memiliki tingkat peluang untuk terjadi paling tinggi dimana pada periode tertentu yang peluang terjadinya mencapai 80%.

Perhitungan curah hujan andalan dilakukan dengan metode *basic year* menggunakan data jumlah curah hujan maksimum yang telah jumlah dan diurutkan dari nilai tertinggi ke nilai terendah kemudian ditentukan peluangnya. Dari berbagai peluang tersebut akan dipilih adalah data curah hujan dengan tingkat keandalan 80% atau yang paling mendekati menggunakan rumus *weibull*.

$$P (\%)= \frac{m}{n+1} \times 100 \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan: P = Probabilitas (%)

m= Nomor urut data dari data seri yang telah diurutkan

n = Banyaknya data

Tahun dasar yang digunakan adalah tahun yang data curah hujan mempunyai keandalan 80 % ( Q80 ), artinya resiko yang akan dihadapi yaitu lebih kecil yaitu sebesar 20% banyaknya pengamatan (Soemarto, 1987).

## 2.5 Sistem Pemanfaatan Air Hujan

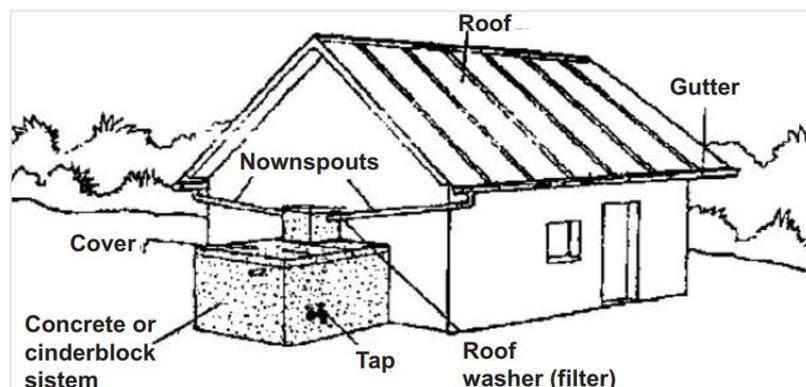
Upaya yang dilakukan agar air hujan dapat dimanfaatkan sebagai kebutuhan air bersih, air hujan terlebih dahulu harus dikumpulkan. Pengumpulan air hujan yang dimaksud adalah menampung air hujan atau Pemanenan Air Hujan (PAH). Sistem pemanenan air hujan merupakan tindakan atau kegiatan untuk

mengumpulkan air hujan yang jatuh dibidang permukaan bumi, baik di atas atap gedung, jalan, halaman, atau pada skala besar berupa daerah tangkapan air (Kementerian Pekerjaan Umum, 2014).

Teknik pemanenan air hujan dapat digolongkan dalam 2 (dua) kategori, yaitu

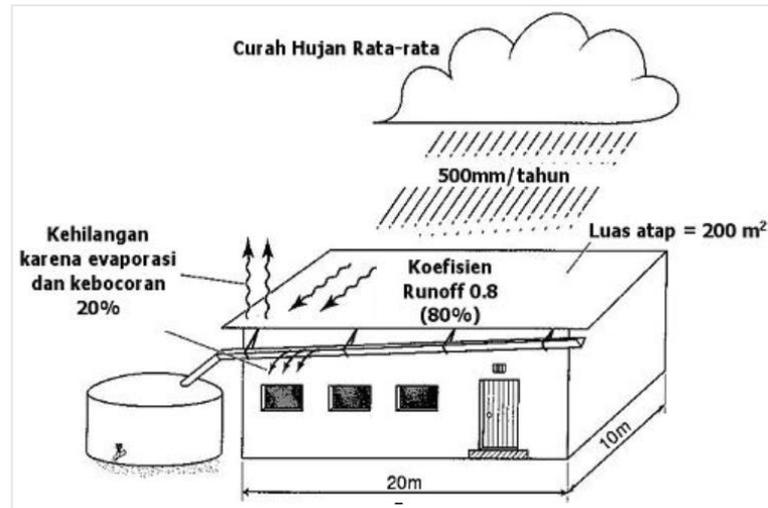
- 1 Teknik pemanenan air hujan dengan atap bangunan (*roof top rain water harvesting*),
- 2 Teknik pemanenan air hujan (dan aliran permukaan) dengan bangunan reservoir, seperti dam parit, embung, kolam, situ, waduk, dan sebagainya.

Perbedaan dari kedua kategori diatas adalah bahwa untuk kategori yang pertama, ruang lingkup implementasinya adalah pada skala individu bangunan rumah dalam suatu wilayah pemukiman maupun perkotaan, sementara untuk kategori yang kedua skalanya lebih luas lagi, biasanya untuk suatu lahan pertanian dalam suatu wilayah DAS ataupun sub DAS. Teknik konservasi air dengan metode *Roof Top Rain Water Harvesting* dinilai mempunyai potensi yang cukup besar untuk mengatasi permasalahan krisis ketersediaan air bersih (Harsoyo, 2010). Contoh sistem pemanenan air hujan dapat dilihat pada **Gambar 2.2** dan **Gambar 2.3**



**Gambar 2.2** Contoh Sistem Pemanenan Air Hujan (*Roof Catchment*)

*Sumber: Harsoyo, 2010.*



**Gambar 2.3** Contoh Sistem Pemanenan Air Hujan (*Roof Catchment*)

*Sumber: Harsoyo, 2010.*

### 2.5.1 Kebutuhan Air Bersih

Pelayanan sistem penyediaan air bersih harus memperhatikan 3K yaitu Kualitas, Kuantitas, dan Kontinuitas. Peningkatan kuantitas air merupakan syarat kedua setelah kualitas air, karena semakin maju tingkat hidup seseorang, maka akan semakin tinggi pula tingkat kebutuhan air dari masyarakat tersebut (Tri Joko, 2010).

Kuantitas air bersih berdasarkan peruntukannya yaitu banyaknya kebutuhan air tiap harinya untuk setiap rumah tangga berlainan, selain pemakaian harian yang tidak tepat, banyaknya keperluan air bagi tiap orang atau setiap rumah tangga itu masih tergantung dari beberapa faktor, diantaranya adalah pemakaian air di daerah panas akan lebih banyak dari pada di daerah dingin.

Kebutuhan air bersih adalah banyaknya air yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan air dalam kegiatan sehari-hari seperti mandi, mencuci, memasak, menyiram tanaman dan lain sebagainya. (Asmadi, 2011).

Pemakaian air bersih di tempat umum berbeda dengan pemakaian air bersih rumah tangga, seperti pemakaian air bersih di terminal ALBN Sungai Ambawang sebagian besar digunakan oleh pegawai dan penumpang untuk keperluan Mandi, Cuci Dan Kakus (MCK). Sehingga kebutuhan air di terminal ALBN Sungai Ambawang dipengaruhi oleh banyaknya pegawai dan penumpang, semakin banyak banyak pengunjung dan pegawai maka semakin besar kebutuhan air bersih dan

sebaliknya sedikit jumlah pengunjung dan pegawai maka sedikit pula kebutuhan air bersih.

Banyaknya volume kebutuhan air bersih dapat diketahui menggunakan persamaan:

$$B = D \times P \times 30 \dots\dots\dots(2.6)$$

keterangan:  $B$  = Total kebutuhan air satu bulan ( $m^3$ )

$D$  = Standar Kebutuhan air ( $m^3$ /penumpang/tiba dan pergi)

$P$  = Jumlah pengguna (jiwa) (Susianah 2011).

### 2.5.2 Standar Kebutuhan Air Bersih

Standar kebutuhan air bersih adalah kebutuhan minimal konsumsi air bersih setiap orang agar tetap hidup dan sehat yang meliputi 4 kebutuhan dasar rumah tangga yaitu untuk minum, sanitasi, mandi, dan memasak (Putro, 2016).

Kebutuhan air berdasarkan segi kuantitasnya dapat dibagi menjadi.

1. Kebutuhan air untuk minum dan mengolah makanan 5 liter/hari.
2. Kebutuhan air untuk *higiene* yaitu untuk mandi dan membersihkan dirinya 25-30 liter/ hari.
3. Kebutuhan air untuk mencuci pakaian dan peralatan 25-30 liter/hari.
4. Kebutuhan air untuk menunjang pengoperasian dan pemeliharaan fasilitas atau pembuangan kotoran 4-6 liter/hari, sehingga total pemakaian perorangan 60-70 liter/ hari (Asmadi, 2011)

Standar penyediaan air non domestik ditentukan oleh banyaknya konsumen non domestik yang meliputi fasilitas seperti perkantoran, kesehatan, industri, komersial, umum, dan lainnya. Konsumsi air non domestik terbagi menjadi beberapa kategori yaitu:

- a. Umum meliputi: tempat ibadah, rumah sakit, sekolah, terminal, kantor, dan lain sebagainya.
- b. Komersial meliputi: hotel, pasar, pertokoan, rumah makan, dan sebagainya.
- c. Industri meliputi: peternakan, industri, dan sebagainya.

Adapun standar kebutuhan air bersih yang digunakan pada perencanaan ini adalah diperuntukan sesuai penggunaan gedung kantor dan terminal dapat dilihat pada **Tabel 2.4**

**Tabel 2.4** Standar Kebutuhan Air Bersih

No	Penggunaan gedung	Pemakaian air	Satuan
1	Kantor/Pabrik	50	Liter/pegawai/hari
2	Stasiun,terminal	3	Liter/penumpang tiba dan pergi

Sumber: Sni-03-7065-2005

### 2.5.3 Ketersediaan (*Supply*) Air Bersih

*Supply* air bersih merupakan jumlah atau volume ketersediaan air untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Perhitungan *supply* air selain diperlukan untuk mengetahui volume ketersediaan air juga diperlukan untuk mengetahui kontinuitas air.

Kontinuitas merupakan air bersih harus dapat diambil terus menerus dengan stabil baik pada saat musim kemarau maupun musim hujan. Kontinuitas juga dapat diartikan bahwa air bersih harus tersedia 24 jam/hari, atau setiap saat diperlukan. Kontinuitas berkaitan dengan persentase waktu pasokan air selama waktu layanan tersedia, bisa berupa harian, mingguan, atau musiman (Putro, 2016). *Supply* air hujan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$S = A \times M \times F \dots \dots \dots (2.7)$$

Keterangan: S = *Supply* air hujan yang dapat dipanen (m<sup>3</sup>)

A=luas area tangkapan air hujan/luasan atap (m<sup>2</sup>)

M=Jumlah curah hujan harian maksimum (m<sup>3</sup>)

F=Koefisien *runoff* (0,80)

Koefisien pengaliran berdasarkan jenis bahan atap menurut Worm dan Hattum (2006) dapat dilihat pada **Tabel 2.5**.

**Tabel 2.5** Koefisien Run-Off

Type	Run-off Coefficient
<i>Galvanized iron sheets</i>	> 0,9
<i>Tiles (glazed)</i>	0,6-0,9
<i>Aluminium sheets</i>	0,8-0,9
<i>Flat cement roof</i>	0,6-0,7

Type	Run-off Coefficient
Organic (e.g thatched)	0,2

Sumber: Worm & Hattum, 2006

Koefisien *runoff* merupakan jumlah dari seberapa banyak curah hujan yang akan dapat mengalir setelah terjadinya penguapan. Umumnya banyaknya air hujan yang dapat ditampung adalah sebesar 80% dan sebesar 20% diasumsikan menguap di udara atau tidak dapat tertangkap sepenuhnya. Sehingga nilai koefisien *runoff* yang digunakan adalah sebesar 0,80 (Harsoyo, 2010).

## 2.6 Komponen Pemanenan Air Hujan

Sistem panen air hujan umumnya terdiri dari 3 (tiga) komponen utama yaitu: area tangkapan hujan (*collection area*), talang air dan bak penampung.

### 2.6.1 Area Tangkapan Air hujan

Area tangkapan air hujan dan bahan yang digunakan dalam konstruksi permukaan tempat penangkapan air hujan mempengaruhi efisiensi pengumpulan dan kualitas air hujan. Bahan-bahan yang digunakan untuk permukaan tangkapan hujan harus tidak beracun dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas air hujan (UNEP, 2001). Luas area tangkapan air hujan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$A = 2 \times \text{panjang atap} \times \text{lebar atap posisi miring} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$\text{Lebar atap posisi miring} = \sqrt{\text{tinggi atap}^2 + \left(\frac{\text{lebar atap}}{2}\right)^2} \dots\dots\dots(2.9)$$

$$\text{Lebar atap posisi miring} = \frac{x}{\cos a} \dots\dots\dots(2.10)$$

Keterangan: A=luas area tangkapan air hujan/luasan atap (m<sup>2</sup>)

x = Lebar proyeksi sisi (m)

a = Kemiringan atap (o)

Besarnya luas atap yang mempengaruhi debit air hujan. Debit air hujan yang yang melalui atap dapat diketahui menggunakan persamaan berikut

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A \times 10^{-6} \dots\dots\dots(2.11)$$

Keterangan:  $Q$  = Debit air hujan ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

$C$  = Koefisien *run off* (0,8)

$I$  = Intensitas hujan ( $\text{mm}/\text{jam}$ )

$A$  = Luas area tangkapan air ( $\text{m}^2$ )

Menurut Seyhan (1990), konstanta 0,278 adalah faktor konversi debit puncak ke satuan dalam  $\text{m}^3/\text{detik}$ .

### 2.6.2 Talang Air

Sistem drainase atau pengiriman air hujan dari permukaan atap ke wadah penyimpanan adalah dengan menggunakan talang dan pipa vertikal. Saat pemilihan talang dan pipa vertikal penting untuk mempertimbangkan 3 faktor yaitu ukuran, pemasangan yang tepat dan estetika. Ukuran talang sebaiknya berukuran sedemikian rupa sehingga cukup memindahkan air hujan dengan intensitas tinggi. Sebagai aturan umum talang yang digunakan berukuran minimal 3 – 5 inch dan ukuran pipa air vertikal yang digunakan dengan diameter 3 – 8-inch yang akan diteruskan ke bak penampung/reservoir (Efrilianita,2018). Debit ( $Q_s$ ) pengaliran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

kontinuitas :

$$Q_s = V \times A \dots \dots \dots (2.12)$$

Keterangan:  $Q_s$  = Debit Pengaliran ( $\text{m}^3/\text{detik}$ )

$V$  = Kecepatan Pengaliran ( $\text{m}/\text{detik}$ )

$A$  = Luas Lingkaran Pipa ( $\text{m}^2$ )

Berdasarkan SNI 03-7065-2005, ukuran talang atap dapat direncanakan setengah lingkaran. Dimensi talang air didasarkan pada luasan atap dan besarnya intensitas curah hujan. Sehingga perlu untuk mengetahui luasan atap dan intensitas hujan di terminal Sungai ambawang.

Beban maksimum yang diijinkan untuk talang atap (dalam  $\text{m}^2$  luas atap) berdasarkan SNI 03-7065-2005 dapat dilihat pada **Tabel 2.6**

**Tabel 2.6** Beban maksimum yang diizinkan untuk talang atap (dalam m<sup>2</sup> luas atap)

Ukuran Pipa (mm)	Pipa Tegak Air Hujan	Pipa Datar Pembuangan Air Hujan			Talang Atap Datar Terbuka			
		Kemiringan			Kemiringan			
		1%	2%	4%	½%	1%	2%	4%
50	63							
65	120							
80	200	75	105	150	15	20	30	40
100	425	170	245	345	30	45	65	90
125	800	310	435	620	55	80	115	160
150	1290	490	700	990	85	125	175	250
200	2690	1065	1510	2135	180	260	365	520
250		1920	2710	3845	330	470	665	945
300		3090	4365	6185				
350		5525	7800	11055				

CATATAN Tabel ini berdasarkan pada curah hujan 100 mm per jam. Bila curah hujan lebih besar, nilai luas pada tabel tersebut diatas harus disesuaikan dengan cara mengalikan nilai tersebut dengan 10 dibagi dengan kelebihan curah hujan dalam mm per jam.  
Pipa tegak air hujan yang tidak berbentuk pipa (silinder), maka dapat berbentuk lain asalkan pipa tersebut dapat masuk ke dalam penampang bentuk lain tersebut. Talang atap yang tidak berbentuk setengah lingkaran harus mempunyai penampang luas yang sama.

Sumber: SNI 03-7065-2005

### 2.6.3 Bak Penampung

Bak penampung berfungsi untuk menyimpan air hujan, dapat berupa tangki diatas tanah atau dibawah tanah (*ground tank*). Dimensi bak penampung air hujan dipengaruhi oleh *supply* air hujan dan kebutuhan air. Penentuan dimensi bak penampung yang dibutuhkan dihitung berdasarkan akumulasi *supply* hujan dan akumulasi kebutuhan air bersih (Quaresvita, 2016)

Perencanaan volume bak penampungan harus seimbang antara *supply* dan kebutuhan air (demand). Perhitungan volume bak penampungan ini dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$V = S-B \dots \dots \dots (2.13)$$

Keterangan: V= Volume bak penampung (*ground tank*) dalam satu bulan ( $m^3$ )

S= Volume bak menampung air hujan dalam satu bulan ( $m^3$ )

B= Kebutuhan air minum dalam satu bulan ( $m^3$ ) (Susianah, 2011).

## 2.7 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB) suatu proyek adalah kegiatan yang harus dilakukan sebelum proyek dilaksanakan. Rencana Anggaran Biaya merupakan merencanakan sesuatu bangunan dalam bentuk dan faedah dalam penggunaannya, beserta besar biaya yang diperlukan dan susunan-susunan pelaksanaan dalam bidang administrasi maupun pelaksanaan kerja dalam bidang teknik (Nugroho 2009).

Perhitungan rencana anggaran biaya ini bertujuan untuk mengetahui jumlah biaya yang dibutuhkan, mengontrol pengeluaran per item pekerjaan, mencegah adanya keterlambatan atau pemberhentian pekerjaan, dan meminimalisir pemborosan biaya yang mungkin terjadi pada saat dilaksanakannya pekerjaan. Perhitungan atau penaksiran biaya pelaksanaan biasanya berdasarkan gambar-gambar dan spesifikasi yang ada, meliputi:

1. Metode Unit (satuan)

Metode ini adalah metode harga tunggal yang didasarkan pada persamaan fungsional dari proyek konstruksi bangunan yang akan dibuat.

2. Metode Luas

Metode luas adalah perkiraan biaya berdasarkan luas bangunan dengan mengacu pada bangunan yang mempunyai karakteristik yang sama.

3. Metode Kubik

Metode kubik adalah metode harga satuan yang didasarkan pada biaya per meter kubik dari bangunan.

4. Metode *Bill of Quantity*

Metode *Bill of Quantity* adalah metode yang paling teliti dalam memperkirakan harga satuan pekerjaan, tetapi metode ini biasa dilakukan setelah perencanaan lengkap dengan perinciannya.

5. Hal-hal yang diperlukan dalam perhitungan RAB adalah sebagai berikut:
  - a. Ketepatan dalam memperhitungkan kebutuhan bahan dan harganya
  - b. Ketelitian dalam menghitung jumlah tenaga kerjanya
  - c. Faktor kalibrasi yang digunakan
  - d. Harga satuan yang digunakan sebaiknya menggunakan harga satuan pekerjaan dari daerah tempat proyek tersebut (Niron, 1992).