

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Umum**

*United Nation Education, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO)* pada tahun 2018 menyatakan bahwa sebanyak 1,9 juta penduduk lampung tinggal di kawasan langka air. Beberapa daerah di Lampung, seperti Metro, Tulang Bawang, Tulang Bawang Barat, Mesuji, Lampung Timur, Way Kanan, Pesawaran, dan Pesisir Barat, kondisi ketersediaan air bersih nya masih cukup memprihatinkan. Hal tersebut disebabkan oleh rendahnya kualitas air baku dan kondisi daerahnya yang memang kering. Selain itu kondisi ekonomi masyarakat yang tidak memungkinkan untuk membuat sumur artesis di setiap rumah juga menjadi salah satu faktor [4].

Pada saat musim kemarau panjang melanda sebagian wilayah Lampung, banyak warga yang mengalami kesulitan dalam mendapatkan air bersih untuk kebutuhan sehari-hari. Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) mendata sejumlah kabupaten yang mengalami krasis air bersih dalam hal ini kabupaten Pringsewu salah satunya. Pada tahun 2019 tepatnya dibulan September menjadi bencana kekeringan yang masuk kategori darurat dimana hampir rata-rata di seluruh wilayah kota merasakan kesulitan mencari air bersih terutama di daerah yang padat penduduk [4].

Aktivitas manusia dan perubahan iklim yang saat ini terjadi mengganggu siklus air alami, menempatkan ekosistem air tawar di bawah tekanan. Namun, air tawar yang mudah diakses atau yang sering ditemukan di sungai, danau, lahan basah dan akuifer hanya menyumbang kurang dari satu persen dari air dunia. Pengelolaan air yang buruk, polusi, pembangunan infrastruktur dan ekstraksi sumber daya semakin memperburuk dampak negatif pada sistem air tawar kita. Hal tersebut mengakibatkan kebutuhan air masyarakat tidak dapat terpenuhi .

Dari permasalahan diatas perlu dicari solusi pemecahannya, salah satunya berupa memanfaatkan air hujan. Memanen air hujan menjadi istilah kegiatan menampung air hujan yang kemudian dapat disimpan di wadah tertentu atau diresapkan langsung ke dalam tanah.

## 2.2 Pengisian Air Tanah Buatan

*Artificial recharge of groundwater* atau pengisian air tanah buatan adalah proses penyebaran atau penimbunan air dalam tanah untuk meningkatkan infiltrasi melalui tanah dan perkolasikan ke akuifer atau menyuntikkan air dengan sumur langsung ke akuifer. Sistem infiltrasi permukaan hanya dapat digunakan untuk mengisi akuifer bebas. Akuifer tertekan dapat diisi ulang dengan sumur yang menenembus aquifer. Pengisian ulang sumur juga dapat digunakan untuk aquifer bebas jika lahan yang sesuai dengan sistem infiltrasi tidak tersedia [5].

Pengisian air tanah buatan dapat dilakukan dengan menggunakan kelebihan air permukaan. Ketika air yang berkualitas rendah dialirkan ke dalam tanah, formasi yang ada di bawah tanah dapat bertindak sebagai filter alami untuk menghilangkan polutan baik dari segi fisik, biologi, maupun kimawi yang terkandung di dalam air. Seringkali, peningkatan kualitas air merupakan tujuan utama dari pengisian air tanah buatan ini, dan sistem yang secara khusus menggunakan tanah dan aquifer untuk mengolah sumber air yang berasal dari atas biasa disebut pengolahan tanah-aquifer atau *soil-aquifer treatment (SAT)*, atau sistem geopurifikasi [5].

Air yang melalui proses filtrasi dari sistem SAT ini umumnya dapat digunakan tanpa pengolahan lanjutan sebagai pendukung pada kegiatan rekreasi, irigasi, dan kegiatan *nonpotable* lainnya. Untuk penggunaan air yang dapat diminum memerlukan pengolahan lebih lanjut agar terjamin kualitas dan tidak berbahaya bagi kesehatan. Karena lapisan aquifer biasanya lebih jauh dari zona tak jenuh, pengingkatan kualitas air di lapisan aquifer lebih kecil dibandingkan zona tak jenuh. Jika air yang akan diinjeksikan ke dalam sumur memiliki kualitas rendah, maka perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu agar air tersebut memenuhi standar kualitas yang sesuai dengan kebutuhan penggunaannya, hal tersebut diperlukan untuk mengurangi penyumbatan sumur resapan [5].

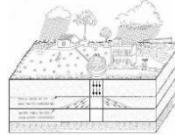
Secara sederhana, *artificial recharge* adalah sebuah proses dimana air hujan atau kelebihan air permukaan diresapkan kedalam tanah, baik dengan menyebarkan di permukaan tanah, dengan menggunakan sumur resapan, atau dengan mengubah kondisi alami untuk meningkatkan infiltrasi yang bertujuan untuk mengisi kembali aquifer. Hal ini mengacu kepada pergerakan air melalui sistem buatan manusia dari

permukaan bumi ke lapisan akuifer di bawah tanah dimana air hujan pada saat musim hujan dapat disimpan di dalam tanah agar dapat digunakan pada saat musim kemarau atau untuk penggunaan di waktu yang akan datang. Resapan buatan atau pengisian air tanah buatan juga sering disebut *planned recharge* yang merupakan suatu cara untuk menyimpan air di bawah tanah pada saat surplus, untuk memenuhi kebutuhan pada saat kekurangan air (NRC, 1994) [6].

### **2.2.1 Metode Pengisian Air Tanah Buatan**

Dalam pelaksanaan *artificial recharge of groundwater* ini memiliki beberapa cara yang telah dikembangkan antara lain (Kumar dan Aiyagari, 1997) [6]:

Metode yang dapat digunakan dalam pengisian air tanah buatan dijelaskan secara singkat pada tabel di bawah ini:

No	Jenis Metode Pengisian Air Tanah Buatan	Ilustrasi Sederhana	Penerapan Metode Pengisian Air Tanah Buatan	Kelebihan	Kekurangan
1	Penyebaran Air di Permukaan Tanah		Dengan cara menyebarluaskan air ke permukaan tanah yang luas agar jumlah air yang meresap bertambah besar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dapat berfungsi sebagai pengontrol banjir dan pengendalian sungai untuk irigasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Endapan lumpurnya besar dan dapat menyebabkan penyumbatan porositas</li> <li>• Rentan terhadap resiko banjir</li> </ul>
2	Pengisian Melalui Lubang Galian		Cara ini dapat dilakukan jika daerah berbatu yang tanahnya kedap air dan lapisan kedap	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dapat menyimpan air berlebih pada saat musim hujan</li> </ul>	

No	Jenis Metode Pengisian Air Tanah Buatan	Ilustrasi Sederhana	Penerapan Metode Pengisian Air Tanah Buatan	Kelebihan	Kekurangan
			airnya tidak terlalu tebal. Dilakukan dengan cara menggali lubang atau sumur sampai mencapai lapisan tanah yang lolos air	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dapat mencegah terjadinya banjir</li> </ul>	
3	Pengisian Sumur Injeksi		Dilakukan dengan cara meresapkan air permukaan kedalam lapisan tanah baik akuifer tertekan maupun tak tertekan		
4	Metode Induce Recharge		Dilakukan dengan cara memompa air tanah dekat aliran sungai, danau atau sumber air lainnya	<ul style="list-style-type: none"> <li>Air hasil pemompaan ini mengalami penyaringan yang baik selama peresapan</li> </ul>	

Tabel 2.1 Deskripsi Sederhana Metode Pengisian Air Tanah Buatan

Sedangkan penjelasan mengenai metode pengisian air tanah buatan yang dijabarkan secara terperinci adalah sebagai berikut:

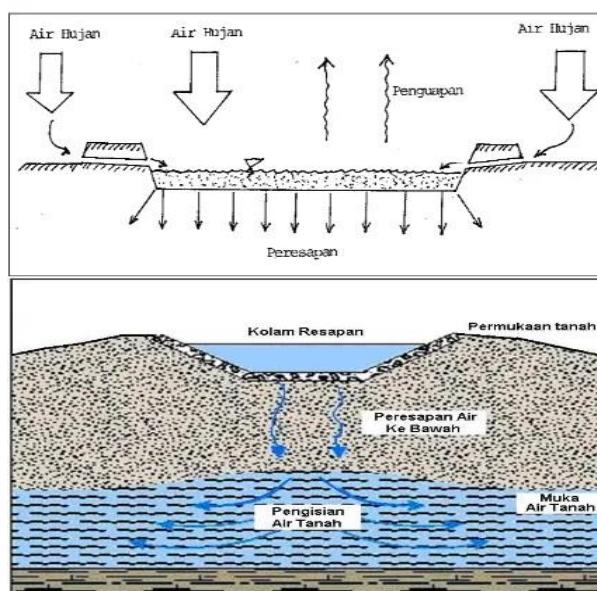
### 2.2.1.1 Penyebaran Air Di Permukaan Tanah (*Surface Water Spreading Technique*)

Metode ini dilakukan dengan cara menyebarkan air yang berasal dari air hujan ataupun air sungai ke permukaan tanah yang luas agar jumlah air yang meresap ke dalam tanah bertambah besar, sehingga dapat menambah jumlah air tanah. Cara ini dapat diklasifikasikan menjadi beberapa cara antara lain:

a. Metode cekungan (*Basin Method*)

Metode ini dilakukan dengan cara mengisikan air yang berasal dari air sungai atau air hujan ke suatu cekungan tanah atau kolam yang luas yang ada secara alami atau yang dibuat dengan cara pengerukan, sehingga akan terjadi peresapan air kedalam tanah dalam jumlah yang cukup besar.

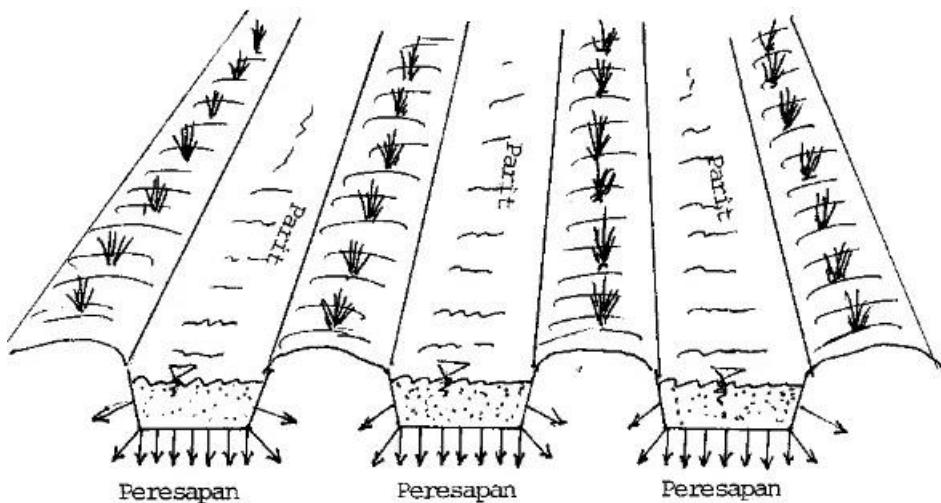
Cara ini sangat cocok bagi daerah yang belum padat oleh pemukiman penduduk dan dapat berfungsi sebagai cadangan air pada saat musim kemarau. Kelemahan dari cara ini adalah kurang baik untuk air yang kandungan lumpurnya besar, karena endapan lumpur yang terjadi dapat menyebabkan penyumbatan porositas tanah sehingga kecepatan peresapan air kedalam tanah menjadi berkurang. Metode ini secara sederhana dapat dilihat pada gambar 2.1 dibawah ini.



Gambar 2.1 Generalisasi Penampang Resapan Buatan Dari Permukaan Tanah  
Dengan Metode *Surface Spreading Technique*

b. Metode Parit (*Furrow Method*)

Pada metode ini, air yang berasal dari air hujan atau air sungai didistribusikan ke dalam parit-parit kecil yang dibuat secara sejajar dan tidak terlalu dalam dengan dasar yang rata. Jarak antara parit dibuat tidak terlalu jauh agar didapatkan luas peresapan yang maksimum. Metode ini secara sederhana dapat dilihat seperti pada gambar 2.2 berikut ini.

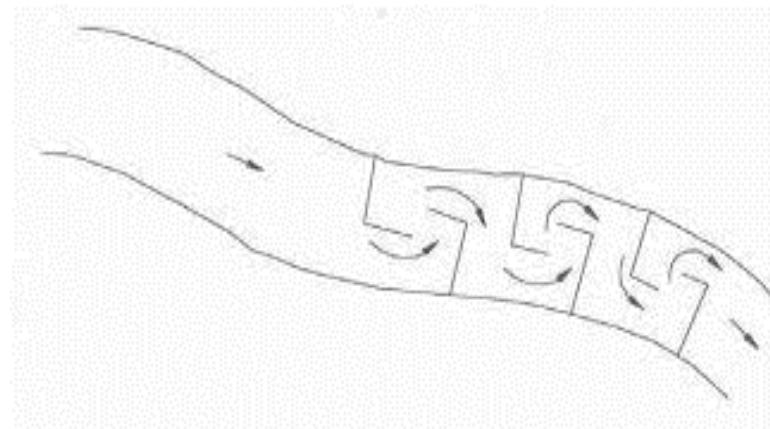


Gambar 2.2 Metode parit (*Furrow Method*)

c. Metode Saluran Alami (*Natural Channel Method*)

Metode ini dilakukan dengan cara memanfaatkan aliran-aliran sungai yang ada dengan membuat bendungan-bendungan atau *check dam* dengan tujuan untuk memperlambat aliran air dan memperpanjang waktu kontak antara air dengan bidang peresapan sehingga dengan demikian jumlah air yang meresap bertambah besar. Cara ini dapat juga berfungsi sebagai pengontrol banjir dan pengendalian sungai untuk irigasi.

Metode ini dapat dilakukan dengan membuat gili-gili (*bunds*) berbentuk L dalam kanal dan sungai sehingga meningkatkan resapan alami, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2.3. metode ini sangat sesuai pada saat dimana saluran alir kecil (*small flowing channel*) mengalir melalui lembah yang relatif luas. Akan tetapi metode ini tidak bisa digunakan jika sungai rentan terhadap resiko banjir bandang.



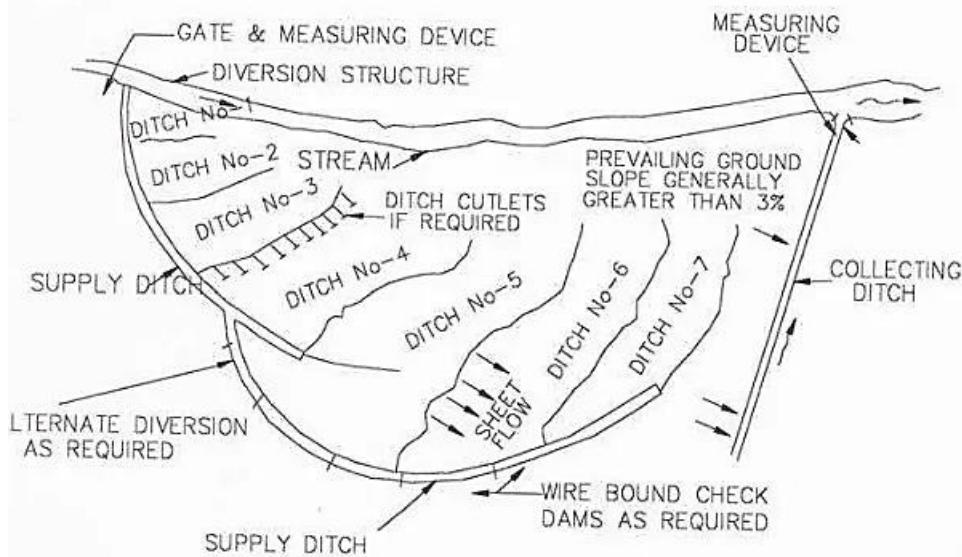
Gambar 2.3 Metode saluran alami (*natural channel spreading*)

d. Metode Perendaman (*flooding Method*)

Metode ini dilakukan dengan cara menyebarluaskan air hujan atau air sungai ke permukaan tanah sampai terendam sehingga meresap kedalam tanah. Untuk daerah yang datar dan luas, daerah perendaman seringkali menyimpang dari yang direncanakan. Oleh karena itu pada prakteknya, di sekeliling daerah rendaman dibuatkan kanal-kanal atau saluran agar penyebaran dan perendaman air dapat terkendali. Cara ini jarang digunakan karena pengaturannya sulit dan endapan lumpur yang terjadi dapat mengurangi kecepatan peresapan.

e. Metode Irigasi (*irrigation method*)

Air yang berasal dari sungai atau air hujan dialirkkan ke saluran-saluran irigasi terbuka, yang dibuat secara sistematis sehingga peresapan air kedalam tanah besar. Pada area dengan topografi tidak teratur, dangkal, berdasar rata, parit berjarak dapat menyediakan area kontak air maksimum untuk resapan air dari sungai sumber atau kanal. Teknik ini membutuhkan peresapan yang lebih sedikit dibandingkan cekungan resapan dan kurang sensitif terhadap pendangkalan. Pada gambar 2.4 menunjukkan rencana tipikal atau serangkaian parit yang berasal dari parit pemasok dan menuruni lereng topografi menuju sungai. Pada umumnya tipe ini memiliki tiga pola sistem parit yaitu pola parit lateral, pola dendrit (*dendritic pattern*), pola kontur.



Gambar 2.4 Metode irigasi

- Pola Parit Lateral

Air sungai dialihkan ke *feeder canal* dari tempat dimana parit-parit yang lebih kecil dibuat di sudut kanan. Laju aliran dari *feeder canal* ke parit ini diatur oleh katup gerbang. Kedalaman parit dijaga sesuai dengan topografi juga agar permukaan basah maksimum tersedia dengan kecepatan yang seragam dan dapat dipertahankan. Kelebihan air diteruskan ke sungai utama melalui return kanal bersama lumpur sisa.

- Pola Dendrit

Air sungai dialihkan dari kanal utama ke serangkaian parit kecil yang disebar dengan pola dendrit. *Bifurkasi* parit terus berlanjut hingga secara praktis semua air terinfiltasi dalam tanah.

- Pola Kontur

Parit-parit digali mengikuti kontur permukaan tanah di daerah tersebut. Ketika parit telah semakin mendekati sungai, sebuah *switchback* dibuat kemudian parit dibuat berliku bolak-balik berulang kali. Pada hilir titik terendah, parit bergabung dengan sungai utama, lalu mengembalikan kelebihan airnya.

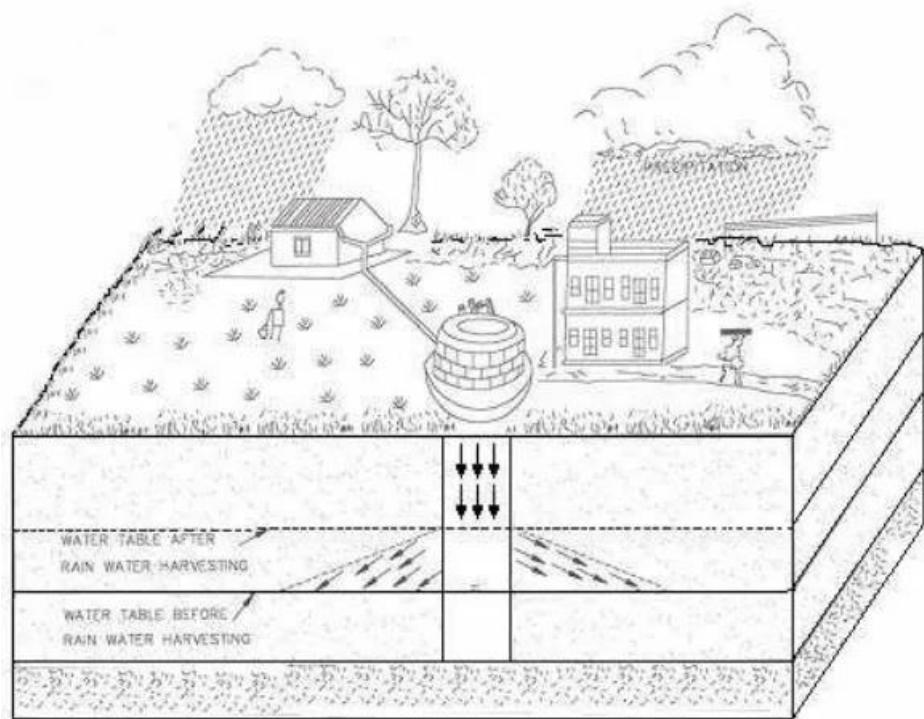
### **2.2.1.2 Pengisian Melalui Lubang Galian (*Recharge Trough Pits*)**

Cara ini digunakan apabila daerah pengisian merupakan daerah berbatu atau daerah yang tanahnya kedap air, sehingga dengan cara penyebaran air permukaan tanah secara biasa kurang efektif. Apabila lapisan tanah kedap air tersebut tidak terlalu tebal, maka peresapan air (*recharging*) dapat dilakukan dengan cara menggali lubang atau sumur sampai mencapai lapisan tanah yang lolos air.

Air permukaan yang berlebihan baik yang berasal dari air hujan ataupun air sungai dimasukkan kedalam sumur tersebut sehingga terjadi peresapan air kedalam tanah dalam jumlah yang besar. Pada dasar sumur juga diisi dengan kerikil atau koral, yang dapat berfungsi sebagai penyaring endapan lumpur yang terjadi.

Cara ini dapat diterapkan di daerah perladangan, perkebunan atau daerah-daerah yang masih belum padat penduduk. Selain berfungsi untuk peresapan air, juga dapat berfungsi untuk menyimpan air yang berlebihan pada waktu musim hujan. Disamping itu dapat juga memperlambat aliran air limpasan hujan sehingga dapat mencegah terjadinya banjir.

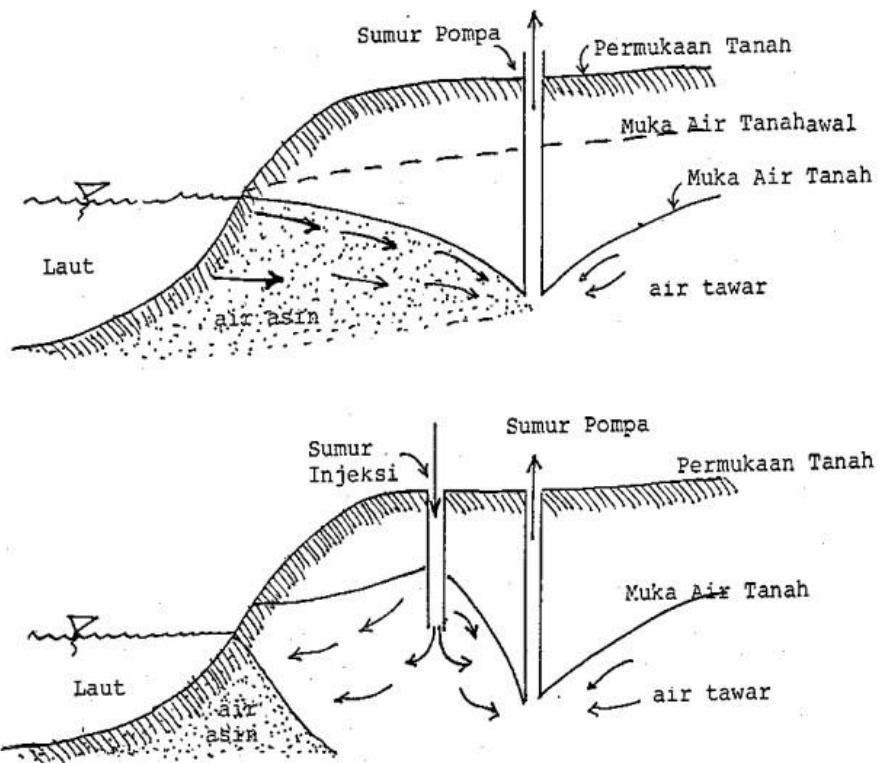
Dengan meresapkan air hujan yang dialirkan dari talang-talang rumah, air hujan di atas atap (*roof top rainwater*) dapat disimpan dan digunakan untuk mengisi air tanah secara buatan. Pendekatan ini membutuhkan penghubung pipa *outlet* dari atap untuk mengalirkan air ke salah satu sumur yang ada, sumur tabung (*tubewells*) sumur bor (*borewells*) atau sumur yang dirancang khusus. Komplek perumahan kota atau bangunan dapat dimanfaatkan untuk mengumpulkan/mengambil air hujan untuk keperluan pengisian air tanah buatan. Pada gambar 2.5 berikut ini menjelaskan skema peresapan air hujan dengan metode sumur galian.



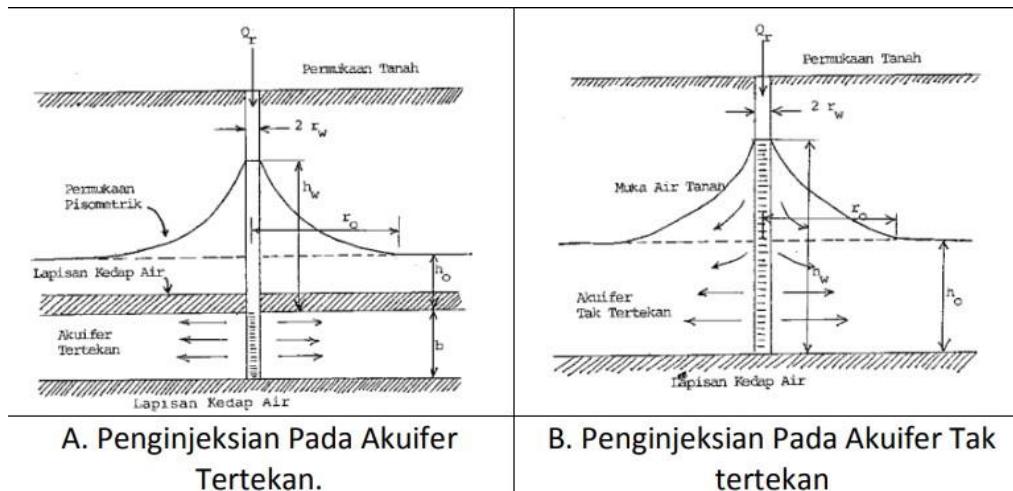
Gambar 2.5 Skema peresapan air hujan dengan sumur galian

#### 2.2.1.3 Pengisian Melalui Sumur Injeksi (*Recharge Through Injection Well*)

Sumur injeksi adalah sumur yang digunakan untuk memasukan atau meresapkan air permukaan kedalam lapisan tanah, baik akuifer tak tertekan maupun akuifer tertekan. Konstruksi sumur kurang lebih sama dengan sumur pompa (*pumping well*), hanya arah alirannya merupakan kebalikan dari sumur pompa. Jika air dimasukan kedalam sumur injeksi, maka akan terbentuk rembesan air ke dalam tanah yang daerah rembesannya berbentuk kerucut (*cone of recharge*). Mekanisme peresapan air permukaan dengan metode sumur injeksi dapat dilihat pada gambar 2.6 jika air dimasukan ke dalam sumur injeksi maka akan terbentuk rembesan air ke dalam tanah seperti pada gambar 2.7 berikut ini.



Gambar 2.6 Metode sumur injeksi (*recharge trough injection well*)

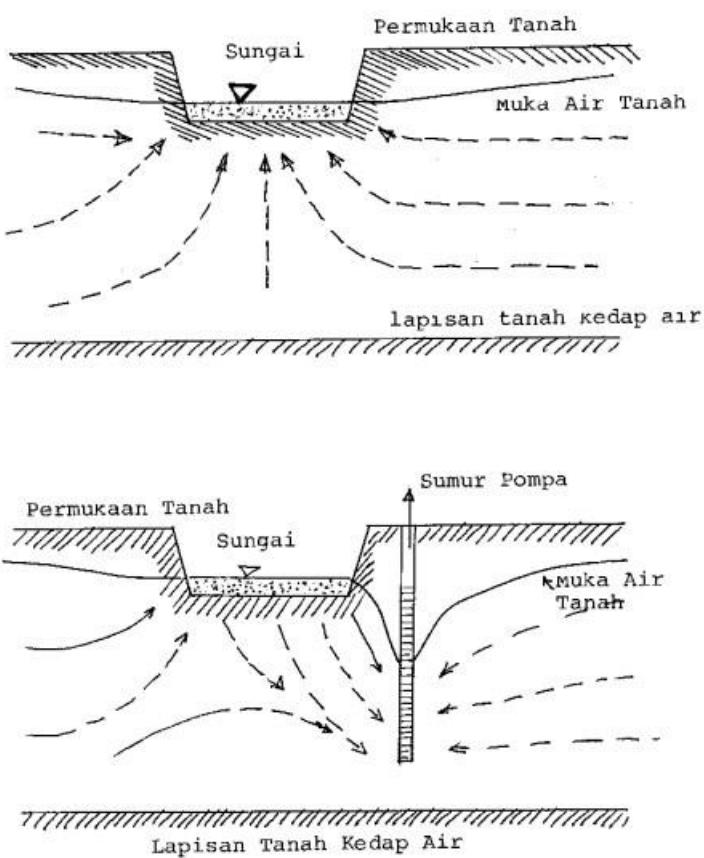


Gambar 2.7 Metode sumur injeksi

#### 2.2.1.4 Pengisian dengan Metode *Induce Recharge*

Berbeda dengan cara peresapan yang sudah dijelaskan sebelumnya, metode ini dilakukan secara tidak langsung dengan memompa air tanah dekat aliran sungai, danau atau sumber air permukaan lainnya. Dengan adanya pemompaan air tanah

tersebut, muka air tanah akan turun sehingga dengan adanya penurunan air tanah ini, jumlah air tanah yang meresap ke dalam tanah lebih besar. Dengan cara ini air tanah akan mengalami proses mineralisasi yang lebih intensif dari pada air permukaan, dan air tanah yang didapat dari hasil pemompaan mengalami penyaringan yang baik selama peresapan. Mekanisme peresapan menggunakan metode ini dapat dilihat pada gambar 2.8 berikut.



Gambar 2.8 Metode *induce recharge*.

Dengan metode *induce recharge*, jumlah air yang meresap ke dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu:

- Kecepatan pemompaan atau jumlah air tanah yang diambil.
- Koefisian permeabilitas (kelulusan tanah), jelas dan kondisi lapisan tanah.
- Tipe sumur pompa
- Jarak sumur pompa ke sumber air permukaan
- Arah aliran air tanah secara alami.

## **2.2.2 Sumur Resapan Air Hujan**

Sumur resapan adalah lubang yang digali untuk memasukkan air ke dalam tanah, sedangkan sumur air minum berfungsi untuk mengangkat air tanah ke permukaan, dengan demikian, konstruksi dan kedalamannya berbeda. Sumur resapan digali sampai kedalaman di atas permukaan air tanah, sedangkan sumur air minum digali lebih dalam atau di bawah permukaan air tanah (Kusnaedi, 2011) [7].

Secara sederhana, sumur resapan didefinisikan sebagai sumur gali berbentuk lingkaran. Sumur resapan berfungsi untuk menampung dan menyerap air hujan yang jatuh ke tanah baik melalui atap bangunan, jalan maupun pekarangan. (Bisri dan Prastyo, 2009) [7].

Penurunan muka air tanah yang terjadi akhir-akhir ini dapat diatasi dengan bantuan sumur resapan. Tanda-tanda penurunan muka air tanah dapat dilihat pada kekeringan sumur dan mata air pada musim kemarau dan banjir pada musim hujan. Perubahan lingkungan akibat proses pembangunan, berupa pembukaan lahan, penebangan hutan, serta pembangunan pemukiman dan industri ditengarai menjadi penyebabnya. Kondisi seperti itu tidak menguntungkan bagi perkembangan ekonomi yang sedang aktif membangun. Oleh karena itu, diperlukan perhatian serius dari semua pihak dalam upaya pengendalian banjir dan konservasi air tanah. Salah satu strategi atau cara pengendalian air, baik untuk mengatasi banjir maupun kekeringan adalah melalui sumur resapan. Sumur resapan ini merupakan upaya untuk meningkatkan peresapan air hujan ke dalam tanah dan mengurangi aliran permukaan sebagai penyebab banjir. Beberapa kegunaan sumur resapan adalah sebagai berikut: (Kusnaedi, 1995) [8].

- Pengendali Banjir

Sumur resapan mampu mengurangi limpasan permukaan sehingga dapat menghindari genangan air limpasan permukaan yang berlebihan yang menyebabkan banjir.

- Konservasi Air Tanah

Sumur resapan sebagai konservasi air tanah, diharapkan lebih banyak air hujan yang terserap ke dalam tanah menjadi cadangan air di dalam tanah. Air yang

tersimpan di dalam tanah dapat dimanfaatkan melalui sumur atau mata air. Resapan air melalui sumur resapan ke dalam tanah sangat penting mengingat adanya perubahan penggunaan lahan di permukaan bumi sebagai akibat dari perkembangan penduduk dan perekonomian masyarakat. Perubahan penggunaan lahan akan menurunkan kemampuan tanah dalam menyerap air. Hal ini dikarenakan semakin banyak lahan yang tertutup tembok, beton, aspal dan bangunan lainnya yang tidak menyerap air.

- Menekan Laju Erosi

Dengan penurunan limpasan permukaan maka laju erosi juga akan menurun. Saat limpasan berkurang, tanah yang terkikis dan terhanyut akan berkurang. Akibatnya, limpasan permukaan air hujan menjadi kecil dan erosi akan kecil. Dengan demikian keberadaan sumur resapan yang mampu menekan jumlah limpasan berarti dapat mengurangi laju erosi.

Sumur resapan yang dibuat harus memenuhi persyaratan teknis yang baik. Dalam perencanaan pembangunan sumur resapan, beberapa faktor perlu diperhatikan, antara lain sebagai berikut: (Kusnaedi, 1995) [8].

1. Faktor Iklim

Iklim merupakan faktor yang perlu diperhatikan dalam perancangan sumur resapan. Faktor yang perlu diperhatikan adalah jumlah curah hujan. Semakin besar curah hujan di suatu daerah, maka semakin besar pula sumur resapan yang dibutuhkan.

2. Kondisi Air Tanah

Pada kondisi muka air tanah dalam, sumur resapan perlu dibuat dalam skala besar karena tanah sangat membutuhkan suplai air dari sumur resapan. Di sisi lain, di daerah dengan air tanah dangkal, sumur resapan kurang efektif dan tidak akan berfungsi dengan baik. Khususnya di daerah rawa dan pasang surut, sumur resapan kurang efektif, daerah ini membutuhkan drainase.

3. Kondisi Tanah

Kondisi tanah sangat mempengaruhi besar kecilnya daya serap tanah terhadap air hujan. Dengan demikian pembangunan sumur resapan harus memperhatikan sifat fisik tanah. Sifat fisik yang secara langsung mempengaruhi besarnya infiltrasi

(resapan air) adalah tekstur dan pori-pori tanah. Tanah berpasir dan berpori lebih mampu merembes air hujan dengan cepat. Akibatnya, waktu yang dibutuhkan air hujan untuk tinggal di sumur resapan relatif lebih singkat dibandingkan dengan tanah dengan kandungan liat dan kelengketan yang tinggi.

### 2.2.3 Konstruksi Sumur Resapan Air hujan

Fungsi dari konstruksi sumur resapan air hujan ini adalah bagaimana agar air tanah yang berasal dari atas dapat masuk ke reservoir sumur resapan dan kemudian dapat diserap dengan cepat ke dalam tanah yang ada di sekitarnya. Agar fungsi tersebut dapat berjalan dengan optimal, maka bangunan sumur resapan harus menyesuaikan dengan kondisi tanah yang ada di lingkungan sekitarnya [8]. Berikut ini merupakan beberapa jenis konstruksi sumur resapan air hujan:

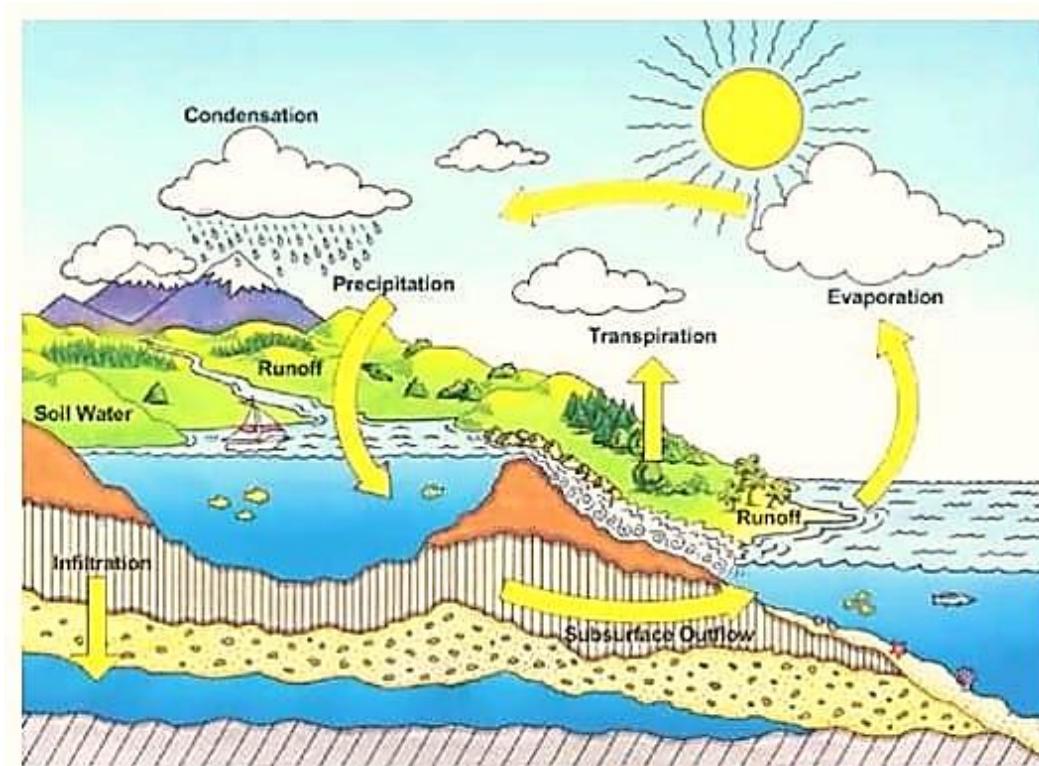
- Sumur resapan tanpa pemasangan batu bata atau buis pada dinding sumur dengan dasar sumur kosong dapat digunakan pada tanah yang batuannya stabil, dikarenakan tanah yang batuannya relatif stabil tidak memerlukan dinding penahan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada dinding sumur.
- Sumur resapan tanpa pemasangan batu bata ataupun buis beton pada dinding sumur dan dasar sumur diberikan batu belah ataupun ijuk juga dapat digunakan pada tanah yang batuannya stabil, dikarenakan tanah yang batuannya relatif stabil tidak memerlukan dinding penahan untuk mencegah terjadinya kerusakan pada dinding sumur.
- Sumur resapan dengan batu bata ataupun buis beton pada dinding sumur dan dasar sumur yang dapat di isi maupun di kosongkan digunakan untuk tanah atau batuan yang tidak stabil untuk menjaga agar dinding sumur resapan tidak mengalami kerusakan.
- Sumur resapan dengan menggunakan buis beton pada dinding sumur dan pada dasar sumur di isi dengan batuan ataupun dikosongkan digunakan untuk tanah atau batuan yang kondisinya sangat tidak stabil, meskipun konstruksi ini menyebabkan resapan air menjadi berkurang tetapi lapisan buis beton yang ada dapat menjaga agar dinding sumur resapan tidak rusak.

Selain dari itu terdapat pula bangunan pelengkap yang dibutuhkan dalam perencanaan sumur resapan ini yaitu:

1. Tutup sumur resapan
2. Saluran masuk dan pembuangan
3. Talang air

### 2.3 Siklus Hidrologi

Air secara alami mengalir dari hulu ke hilir, dari daerah yang lebih tinggi ke daerah yang lebih rendah. Air mengalir di atas permukaan tanah namun air juga mengalir di dalam tanah. Di dalam lingkungan alam, proses, perubahan ujud, gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah, dan di udara) mengikuti suatu siklus keseimbangan yang dikenal dengan siklus hidrologi (Kodatie, 2010). Siklus Hidrologi adalah siklus air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer kebumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi, dan transpirasi [9].



Gambar 2.9 Siklus Hidrologi

(<https://www.gurupendidikan.co.id/daur-air/>)

Pada siklus hidrologi terdapat beberapa proses seperti evaporasi, transpirasi, evapotranspirasi, sublimasi, kondensasi, adveksi, presipitasi, *run off*, dan infiltrasi.

a. Evaporasi

Evaporasi adalah proses penguapan atau hilangnya air dari tanah dan badan-badan air (abiotik), Faktor-faktor yang mempengaruhi evaporasi adalah suhu air, suhu udara (atmosfir), kelembaban, kecepatan angin, tekanan udara, sinar matahari. Pada waktu pengukuran evaporasi, kondisi/keadaan iklim ketika itu harus diperhatikan, mengingat faktor itu Sangat dipengaruhi oleh perubahan lingkungan (Sosrodarsono dan Takeda, 1983) [9].

b. Transpirasi

Transpirasi pada dasarnya merupakan proses dimana air menguap dari tanaman melalui daun ke atmosfer. Sistem perakaran tanaman mengadopsi air dalam jumlah yang berbeda-beda dan ditransmisikan melalui tumbuhan dan melalui mulut daun, Faktor-faktor yang mempengaruhi proses transpirasi adalah suhu, kecepatan angin, kelembaban tanah, sinar matahari, gradien tekanan uap. Juga dipengaruhi oleh faktor karakteristik tanaman dan kerapatan tanaman (Kartasapoetra dan Sutedjo, 1994) [9].

c. Evapotranspirasi

Penguapan air keseluruhan yang terjadi di seluruh permukaan bumi, baik yang terjadi pada badan air dan tanah, maupun pada jaringan mahluk hidup.

d. Sublimasi

Sublimasi adalah proses perubahan es di kutub atau di puncak gunung menjadi uap air tanpa melalui fase cair terlebih dahulu.

e. Kondensasi

Kondensasi merupakan proses berubahnya uap air menjadi partikel-partikel es. Ketika uap air dari proses evaporasi, transpirasi, evapotranspirasi, dan sublimasi sudah mencapai ketinggian tertentu, uap air tersebut akan berubah menjadi partikel-partikel es yang berukuran sangat kecil melalui proses konsolidasi. Perubahan wujud ini terjadi karena pengaruh suhu udara yang sangat rendah saat berada di

ketinggian tersebut. Partikel-partikel es yang terbentuk tersebut akan saling mendekati satu sama lain dan bersatu hingga membentuk sebuah awan. Semakin banyak partikel es yang bersatu, maka akan semakin tebal dan juga hitam awan yang terbentuk.

f. Adveksi

Adveksi merupakan perpindahan awan dari satu titik ke titik lainnya namun masih dalam satu horizontal. Jadi setelah partikel-partikel es membentuk sebuah awan yang hitam dan gelap, awan tersebut dapat berpindah dari satu titik ke titik yang lain dalam satu horizontal. Proses ini terjadi karena adanya angin maupun perbedaan tekanan udara sehingga memungkinkan awan yang terbentuk dari proses kondensasi akan menyebar dan berpindah dari atmosfer yang berada di lautan menuju atmosfer yang ada di daratan.

g. Presipitasi

Presipitasi adalah proses turunnya air dari atmosfer ke permukaan bumi dan laut. Air yang turun bisa berbentuk curah hujan maupun salju tergantung dengan dimana posisi turunnya air tersebut. Jika di daerah tropis, presipitasi yang terjadi berupa air hujan. Sedangkan jika terjadi di daerah beriklim sedang, presipitasi dapat berbentuk curah hujan ataupun salju. Mengingat lokasi Indonesia berada di daerah tropis, maka presipitasi yang terjadi adalah curah hujan.

h. *Run off*

Aliran permukaan/Limpasan/*run off* adalah bagian dari air hujan yang mengalir tipis diatas permukaan tanah. Air tersebut mengalir ke tempat yang lebih rendah dan kemudian bermuara ke sungai atau danau atau waduk bahkan laut. Pada akhirnya air akan terevaoprasa lagi. Limpasan permukaan atau aliran permukaan merupakan dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah yang mengangkut zat-zat dan partikel tanah. Limpasan terjadi akibat intensitas hujan yang turun melebihi kapasitas infiltrasi, saat laju infiltrasi terpenuhi maka air akan mengisi cekungan yang terdapat pada permukaan tanah.

i. Infiltrasi

Air yang sudah berada di bumi akibat proses presipitasi, tidak semuanya mengalir di permukaan bumi dan mengalami *run off*. Sebagian kecil dari air tersebut akan bergerak menuju ke pori-pori tanah, merembes, dan menumpuk menjadi air tanah, proses ini dapat dikenal sebagai infiltrasi.

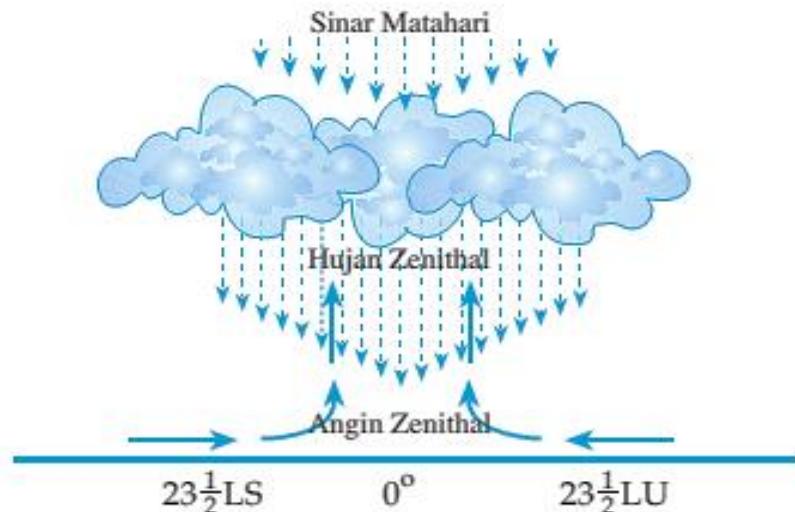
## 2.4 Hujan

Hujan adalah proses pengembalian air yang telah diuapkan ke atmosfer menuju ke permukaan bumi. Pengembalian ini akibat dari udara yang naik hingga melewati ketinggian kondensasi dan berubah menjadi awan. Di dalam awan terjadi proses tumbukan dan penggabungan antar butir-butir air yang akan meningkatkan massa dan volume butir air, jika butiran air akan turun dalam bentuk hujan. Agar terjadi hujan terdapat tiga faktor utama yang penting, yaitu: massa udara yang lembab, inti kondensasi (seperti partikel debu, kristal garam), dan suatu sarana sebagai tempat berlangsungnya proses pendinginan akibat udara. Pengangkatan massa ke udara ke atmosfer dapat berlangsung dengan cara-cara pendinginan siklonik, orografis, dan konvektif (Iskandar, 2012) [9].

Menurut Iskandar, terdapat tiga tipe hujan yang umumnya dijumpai di daerah tropis yaitu:

a. Hujan Konveksional (*Convectional Storm*)

Tipe hujan ini disebabkan oleh adanya beda panas yang diterima permukaan tanah dengan panas yang diterima oleh lapisan udara di atas permukaan tanah tersebut. Sumber panas di daerah tropis adalah berasal dari matahari. Beda panas ini biasanya terjadi pada akhir musim kering yang akan menyebabkan hujan dengan intensitas tinggi sebagai hasil proses kondensasi massa air basah pada ketinggian di atas 15 km. Tipe hujan konvektif biasanya dicirikan dengan intensitas yang tinggi berlangsung relatif cepat, dan mencakup wilayah yang tidak terlalu luas. Tipe hujan konvektif inilah yang seringkali digunakan untuk membedakan dari tipe hujan yang sering dijumpai di daerah beriklim sedang (tipe hujan frontal) dengan intensitas hujan lebih sedang [9].

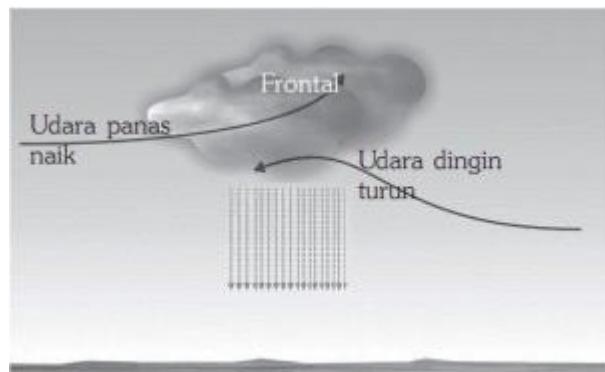


Gambar 2.10 Hujan konveksional

(<https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/iklim/jenis-jenis-hujan>)

b. Hujan Frontal (*Frontal/cyclonic Storm*)

Tipe hujan yang umumnya disebabkan oleh bergulungnya dua massa udara yang berbeda suhu dan kelembapan. Pada tipe hujan ini, massa udara lembap yang hangat dipaksa bergerak ke tempat yang lebih tinggi (suhu lebih rendah dengan kerapatan udara dingin lebih besar). Tergantung pada tipe hujan yang dihasilkannya, hujan frontal dapat dibedakan menjadi hujan frontal dingin dan hangat. Hujan frontal dingin biasanya mempunyai kemiringan permukaan frontal yang besar dan menyebabkan gerakan massa udara ke tempat yang lebih tinggi cepat sehingga bentuk hujan yang dihasilkan adalah hujan lebat dalam waktu singkat. Sebaliknya, pada hujan frontal hangat, kemiringan permukaan frontal tidak terlalu besar sehingga gerakan massa udara ke tempat yang lebih tinggi dapat dilakukan dengan perlahan-lahan (proses pendinginan berlangsung bertahap). Tipe hujan yang dihasilkannya adalah hujan yang tidak terlalu lebat dan berlangsung dalam waktu lebih lama (hujan dengan intensitas rendah). Hujan badai dan hujan monsoon adalah tipe hujan frontal yang lazim dijumpai [9].

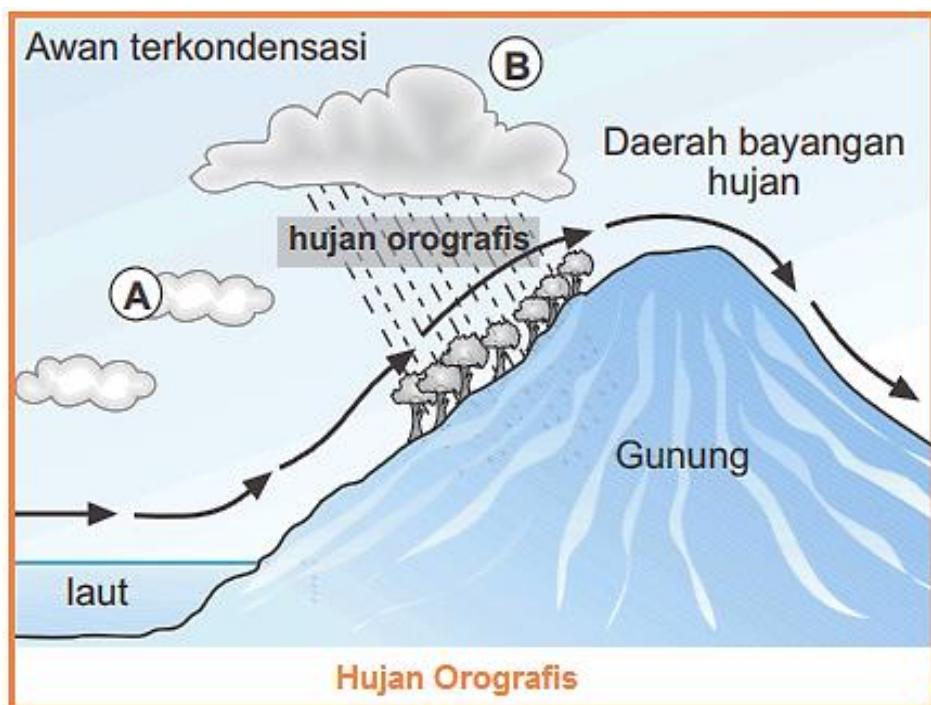


Gambar 2.11 Hujan frontal

(<https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/iklim/jenis-jenis-hujan>)

c. Hujan Orografik (*Orographic Storm*)

Jenis hujan yang umum terjadi di daerah pegunungan, yaitu ketika massa udara bergerak ke tempat yang lebih tinggi mengikuti bentang lahan pegunungan sampai saatnya terjadi proses kondensasi. Ketika massa udara melewati daerah bergunung, pada lereng di mana angin berhembus (*windward side*) terjadi hujan orografik. Jenis hujan yang umum terjadi di daerah pegunungan, yaitu ketika massa udara bergerak ke tempat yang lebih tinggi mengikuti bentang lahan pegunungan sampai saatnya terjadi proses kondensasi. Ketika massa udara melewati daerah bergunung, pada lereng di mana angin berhembus (*windward side*) terjadi hujan orografik.



Gambar 2.12 Hujan orografis

(<https://ilmugeografi.com/ilmu-bumi/iklim/jenis-jenis-hujan>)

#### 2.4.1 Curah Hujan

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan tanah dasar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi milimeter di atas permukaan horizontal. Dalam penjelasan lain curah hujan juga dapat diartikan sebagai ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Indonesia merupakan negara yang memiliki angka curah hujan bervariasi dikarenakan daerahnya yang berada pada ketinggian yang berbeda-beda. Curah hujan 1 (satu) milimeter, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air setinggi 1 liter (Triatmodjo, 2008) [9].

Karakteristik hujan berupa jumlah, intensitas hujan, lama hujan, dan frekuensi hujan. Jumlah hujan yang jatuh di permukaan bumi dinyatakan dalam kedalaman air (biasanya mm), jumlah hujan dianggap terdistribusi secara merata pada seluruh daerah tangkapan air. Intensitas hujan adalah jumlah curah hujan dalam satu satuan waktu, dinyatakan dalam mm/jam, mm/hari, mm/bulan, mm/tahun dan berturut-turut sering disebut hujan jam-jaman, harian, mingguan, bulanan, tahunan dan sebagainya (Triatmodjo, 2013). Lama hujan adalah periode hujan jatuh, dinyatakan dalam menit, jam, dan lain-lain. Luas daerah yang terkena hujan biasanya dapat dianggap sama (Seyhan, 1990) [9].

Keadaan Hujan	Intensitas Hujan (mm)	
	1 Jam	24 Jam
Hujan sangat ringan	<1	<5
Hujan ringan	1-5	5-20
Hujan normal	5-10	20-50
Hujan lebat	10-20	50-100
Hujan sangat lebat	>20	>100

Gambar 2.13 Keadaan hujan dan intensitas hujan

(Sumber: Triatmodjo, 2008)

Gambar tabel tersebut menunjukkan bahwa curah hujan tidak bertambah sebanding dengan waktu. Jika durasi waktu lebih lama, penambahan curah hujan adalah lebih

kecil dibanding dengan penambahan waktu, karena hujan tersebut bisa berkurang atau berhenti (Triatmodjo, 2013) [9].

Posisi geografis Indonesia yang berada di wilayah tropis mempunyai karakteristik unsur iklim yang spesifik sirkulasi monsoon ini berhubungan dengan curah hujan (Jhonson, 1992) [9]. Ada tiga pola curah hujan yang saat ini dikenal banyak orang yaitu monsunal, ekutorial, dan lokal.

a. Pola Hujan Monsum

Pola hujan monsun yaitu satu kali hujan minimum berbentuk huruf v, hujan minimum ini terjadi saat monsun timur atau musim kering sedangkan saat monsun Barat atau musim terjadinya hujan yang berlimpah. Monsun timur terjadi pada bulan Juni, Juli, dan Agustus yaitu pada saat matahari berada di garis balik utara ( $23.5^\circ$  LU). Pada puncak maksimum musim hujan terjadi pada bulan Januari atau Desember. Pola hujan monsun terjadi di wilayah Pulau Jawa, Bali, NTB, NTT, dan Sumatera.

b. Pola Hujan Ekuatorial

Pola hujan ekuatorial yaitu memiliki pola hujan bulanan yang mengalami dua kali hujan maksimum selama setahun. Hujan maksimum itu terjadi pada bulan Maret dan Oktober sehingga posisi matahari berada di garis equator atau garis khatulistiwa dan menyebabkan peningkatan peluang terjadinya hujan di daerah tersebut. Kejadian itu terjadi dua kali selama satu tahun yaitu tanggal 21 Maret dan 23 September. Selain itu juga, wilayah ini mempunyai dua lembah minimum pada musim kemarau yang terjadi pada bulan Januari dan Juli yang terjadi sepanjang tahun dan masuk kedalam kriteria musim hujan. Wilayah Indonesia yang mengikuti pola hujan ekuatorial ini adalah sebagian wilayah Sumatera dan Kalimantan.

c. Pola hujan Lokal

Pola hujan lokal yaitu pengaruh kondisi lingkungan setempat yang kuat, seperti keberadaan laut dan badan air, pegunungan, serta pemanasan matahari yang lebih intensif. Faktor pembentuknya diakibatkan oleh naiknya udara ke pegunungan atau dataran tinggi karena terjadi pemanasan lokal yang tidak seimbang. Tipe hujan ini banyak terjadi di Maluku, sebagian Sulawesi seperti Manado dan Papua.

Karakteristik iklim di Indonesia menurut Schmidt-Ferguson (1951) dalam Hanafi (1988) didasarkan kepada perbandingan antara Bulan Kering (BK) dan Bulan Basah (BB). Yaitu sebagai berikut:

- Bulan Kering (BK) : bulan dengan curah hujan lebih kecil dari 60 mm
- Bulan Basah (BB) : bulan dengan curah hujan lebih besar dari 100 mm
- Bulan Lembab : bulan dengan curah hujan antara 60-100 mm

#### **2.4.2 Pemanenan Air Hujan**

Pemanenan air hujan (PAH) merupakan metode atau teknologi yang digunakan untuk mengumpulkan air hujan yang berasal dari atap bangunan, permukaan tanah, jalan atau perbukitan batu dan dimanfaatkan sebagai salah satu sumber suplai air bersih. Air hujan merupakan sumber air yang sangat penting terutama di daerah yang tidak terdapat sistem penyediaan air bersih, kualitas air permukaan yang rendah serta tidak tersedia air tanah (Abdulla et al., 2009) [10].

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 12 tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan pasal 1 ayat 1: Pemanfaatan air hujan adalah serangkaian kegiatan mengumpulkan, menggunakan, dan/atau meresapkan air hujan ke dalam tanah. Terdapat tiga jenis metode dalam kegiatan pemanenan air hujan antara lain:

- a. Sumur Resapan adalah lubang yang dibuat untuk meresapkan air hujan ke dalam tanah dan atau lapisan batuan pembawa air.
- b. Kolam pengumpul air hujan adalah kolam atau wadah yang dipergunakan untuk menampung air hujan yang jatuh di atap bangunan (rumah, gedung perkantoran atau industri) yang disalurkan melalui talang.
- c. Lubang Resapan Biopori adalah lubang yang dibuat secara tegak lurus (vertikal) ke dalam tanah, dengan diameter 10 – 25 cm dan kedalaman sekitar 100 cm atau tidak melebihi kedalaman muka air tanah.

Komponen paling utama yang minimal harus ada dalam suatu sistem PAH ada tiga, yaitu:

- a. Bidang tangkap (*catchment area*),
- b. Sistem penghantar (*conveyance system*), dan
- c. Media penampungan (*storage device*).

Untuk sistem PAH tangkapan atap, sistem penghantar terbagi menjadi beberapa komponen, yaitu: talang air, pengalih limpasan pertama, pipa penghantar, bak kontrol, dan intalasi saringan. Untuk luas pada area tangkapan atap dapat disesuaikan dengan luas bangunan sehingga dapat mencapai hasil yang efektif baik dari segi jumlah pengumpulan air maupun kualitas air.

#### **2.4.3 Kualitas Air Hujan**

Air hujan memiliki nilai kesadahan rendah (0) sehingga tidak membutuhkan proses pengolahan yang canggih (Jothiprakash dan Santhe, 2009) [11]. Meskipun air hujan secara umum bebas dari polusi industry, mikroorganisme, logam berat dan bahan berbahaya lainnya yang ada pada air permukaan dan air tanah, air hujan dapat terkontaminasi oleh *atmospheric pollution* yang terjadi di perkotaan. Mikroorganisme, walaupun biasanya tidak terdapat di air hujan, dapat tumbuh selama penampungan dan dapat mencemari tangki dan prasarana lainnya (Chain, 2014) [12].

#### **2.4.4 Area Penangkap Air Hujan**

Area penangkapan air hujan (*collection area*), tempat penangkapan 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). Umumnya bahan yang digunakan adalah bahan antikarat seperti alumunium, besi galvanis, beton, *fiberglass shingles* (Amin dan Han, 2009) [13].

Jumlah air hujan yang dapat dipanen bergantung pada luas daerah tangkapan yang didapat dari proyeksi horizontal dari permukaan atap, evaporasi, kebocoran, dan jumlah air yang dialihkan dalam *first-flush diverter*. Selain itu volume air hujan yang dapat ditampung dipengaruhi oleh curah hujan wilayah. Oleh karena itu dibutuhkan analisis hidrologi dari data curah hujan harian maksimum untuk mengetahui intensitas hujan yang terjadi sehingga volume air hujan yang dapat ditampung dapat diketahui [14].

## **2.5 Analisis Hidrologi**

Analisis hidrologi atau analisis curah hujan dilakukan dengan menggunakan beberapa tahapan yaitu analisis curah hujan harian maksimum, dan analisis intensitas hujan. Tahap ini berfungsi untuk mendapatkan nilai curah hujan yang mendekati kondisi lapangan. Untuk mengetahui banyaknya kuantitas air hujan adalah variabel tak terduga dalam perhitungan, untuk itu diperlukan data yang cukup dan direkomendasikan minimal 10 tahun [15].

### **2.5.1 Analisis Curah Hujan Harian Maksimum**

Curah hujan maksimum merupakan curah hujan tertinggi yang terjadi pada periode tertentu. Periode curah hujan bisa dari periode jaman, harian, bulanan, dan tahunan.

Sistem hidrologi biasanya dipengaruhi oleh kejadian luar biasa seperti hujan lebat, kekeringan dan banjir. Besarnya kejadian ekstrim secara umum berbanding terbalik dengan frekuensi kemunculannya. Tujuan analisis curah hujan ini terkait dengan kejadian ekstrim yang berhubungan dengan frekuensi kejadian melalui penerapan distribusi kemungkinan [15].

Dalam melakukan analisis curah hujan harian maksimum, terdapat beberapa metode yang dapat digunakan yaitu:

- a. Metode Normal
- b. Metode Log Pearson III
- c. Metode Gumbel

### **2.5.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan**

Hujan maksimum harian rata-rata yang telah diperoleh diurutkan dari besar ke kecil, kemudian dianalisis berdasarkan distribusi terpilih yang sesuai dengan syarat pada masing-masing distribusi untuk mendapatkan hujan dengan periode ulang (kala ulang) tertentu [16].

Beberapa hal yang harus dihitung dalam analisis frekuensi adalah sebagai berikut:

- a. Standar deviasi: merupakan besar perbedaan dari nilai sampel terdapat nilai rata-rata.

- b. Koefisien kemencengan/*skewness* ( $C_s$ ): adalah nilai yang menunjukkan derajat ketidak simetrisan dari suatu bentuk distribusi.
- c. Koefisien kurtosis ( $C_k$ ): adalah suatu nilai yang menentukan keruncingan dari bentuk kurva distribusi, dimana umumnya dibandingkan distribusi normal.
- d. Koefisien variasi ( $C_v$ ): adalah nilai perbandingan antara nilai rata-rata dengan standar deviasi.
- e. Syarat yang harus dipenuhi dalam pemilihan distribusi

Tabel 2.2 Syarat Pemilihan Jenis Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat
Normal	$C_s \approx 0$
	$C_k \approx 3$
Gumbel	$C_s \approx 1,1396$
	$C_k \approx 5,4002$
<i>Log Pearson III</i>	$C_k \neq 0$

### 2.5.3 Analisis Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan ditentukan berdasarkan nilai curah hujan maksimum harian rata-rata, dengan diketahui curah hujan maksimum harian rata-rata maka dapat dicari intensitas curah hujan setiap tahunnya dengan metode mononobe. Sifat umum hujan yaitu semakin singkat hujan berlangsung, maka semakin besar intensitas dan semakin besar periode ulangnya, maka semakin tinggi pula intensitas hujan yang terjadi. Hubungannya antara intensitas, lama hujan, dan frekuensi hujan dinyatakan dalam lengkung atau IDF (*Intensity Duration Frequency*) Curves.

Untuk pembuatan kurva intensitas durasi frekuensi (IDF) diperlukan intensitas curah hujan periode ulang. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data curah hujan baik secara statistik maupun empiris. Biasanya data curah hujan yang digunakan untuk membentuk lengkung IDF adalah curah hujan jangka pendek seperti 5 menit, 30 menit, 60 menit, dan 1 jam [15].

### 2.6 Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan sumur atau lubang di permukaan tanah yang digunakan untuk menampung air hujan yang akan diresapkan kedalam tanah. Sumur resapan ini merupakan kebalikan dari sumur air minum dimana sumur resapan untuk

memasukan air ke dalam tanah sedangkan sumur air minum untuk menaikkan air tanah ke atas permukaan (kusnaedi, 2011) [16].

Prinsip kerja dari sumur resapan ini yaitu menyalurkan dan menampung air hujan ke dalam lubang atau sumur agar air dapat memiliki waktu tinggal lebih lama, sehingga sedikit demi sedikit air dapat meresap kedalam tanah (Kusnaedi, 2011) [16].

### **2.6.1 Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan**

#### **1. Persyaratan Umum**

Persyaratan umum yang harus dipenuhi dalam erencanakan sumur resapan adalah sebagai berikut:

- a) Sumur resapan air hujan ditempatkan pada lahan yang relatif datar, mempunyai beda ketinggian antara 0,3 atau 3%
- b) Air yang masuk ke dalam sumur resapan adalah air hujan yang tidak tercemar
- c) Penempatan sumur resapan air hujan harus mempertimbangkan keamanan bangunan sekitarnya.
- d) Harus memperhatikan peraturan daerah setempat.
- e) Hal-hal yang tidak memenuhi ketentuan ini harus disetujui oleh instansi yang berwenang.

#### **2. Persyaratan Teknis**

Untuk persyaratan teknis yang harus dipenuhi dalam perencanaan sumur resapan adalah sebagai berikut:

- a) Kedalaman air tanah

Kedalaman air tanah minimum 1,50 m pada musim hujan

- b) Permeabilitas tanah

Struktur tanah yang dapat digunakan harus mempunyai nilai permeabilitas tanah  $\geq 2,0 \text{ cm/jam}$ , dengan klasifikasi sebagai berikut:

- Permeabilitas tanah sedang (geluh kelanauan 2,0 – 3,6 cm/jam atau 0,48 – 0,864  $\text{m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$ )

- Permeabilitas tanah agak cepat (pasir halus 3,6 – 36 cm/jam atau  $0,864 - 8,64 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$ )
- Permeabilitas tanah cepat (pasir kasar, lebih besar dari 36 cm/jam atau  $8,64 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{hari}$ )
- c) Jarak terhadap bangunan

Jarak penempatan sumur resapan air hujan terhadap bangunan, untuk ketentuannya dapat diliat pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Jarak penempatan sumur resapan air hujan

No	Jenis Bangunan	Jarak minimum dari sumur resapan air hujan (m)
1	Sumur resapan air hujan/sumur air bersih	3
2	Pondasi Bangunan	1
3	Bidang Resapan/Tangki septic	5

(Sumber: SNI 03-2453-2002)

3. Perhitungan volume andil banjir, volume air hujan yang meresap dan volume penampung air hujan, dan penentuan jumlah sumur resapan air hujan.

## 2.6.2 Spesifikasi Sumur Resapan Air Hujan

Untuk spesifikasi sumur resapan air hujan pada perencanaan ini, digunakan SNI 03-2459-2002 sebagai dasar acuan [17].

### 1. Bentuk dan Ukuran

Persyaratan bentuk dan ukuran sumur resapan air hujan adalah sebagai berikut:

- a) Penampang sumur resapan air hujan berbentuk segi empat atau lingkaran.
- b) Ukuran sisi lebar / diameter minimum 80 cm dan maksimum 120 cm.
- c) Ukuran pipa masuk berdiameter 110 mm.
- d) Ukuran pipa pelimpah berdiameter 110 mm.

### 2. Bahan konstruksi

Bahan konstruksi yang digunakan untuk sumur resapan air hujan dapat dipilih sebagai berikut:

### 3. Tipe Konstruksi

Tipe konstruksi sumur resapan air hujan terdiri dari:

a) Tipe I

Dengan dinding tanah, untuk tanah galuh kelanauan dan dapat diterapkan pada kedalaman maksimal 3 m.

b) Tipe II

Dengan dinding pasangan batako atau bata merah tanpa diplester dan diantara pasangan diberi celah lubang, dan dapat diterapkan untuk semua jenis tanah dengan kedalaman maksimum 3 m.

c) Tipe III

Dengan dinding bius beton porous atau tidak porous, pada ujung pertemuan sambungan diberi celah lubang, dan dapat diterapkan dengan kedalaman maksimum sampai dengan muka air tanah.

d) Tipe IV

Dengan dinding bius beton berlubang dan dapat diterapkan dengan kedalaman maksimum sampai dengan muka air tanah.

### 4. Model Sumur resapan

Berdasarkan spesifikasi yang ada, model sumur resapan berdasarkan penyaluran air hujan terbagi menjadi 2 jenis sebagai berikut:

a) Model I

Sistem penyaluran air hujan ke sumur resapan hanya melalui saluran air hujan saja.

b) Model II

Sistem penyaluran air hujan ke sumur resapan melalui saluran air hujan dan juga pipa talang.

## **2.7 Penelitian Terdahulu**

Perencanaan air hujan untuk konservasi air tanah sudah pernah direncanakan di daerah Perumnas Lingkar Timur Bengkulu yang memiliki keterbatasan daerah resapan air hujannya karena kepadatan penduduk yang terus meningkat. Analisis hidrologi merupakan metode yang digunakan dalam perencanaan ini dimana perhitungannya meliputi analisis frekuensi curah hujan harian maksimum 10 tahun terakhir, perhitungan hujan rancangan, perhitungan sumur resapan air hujan, dan penentuan sumur resapan air hujan. Dengan jumlah sumur resapan sebanyak 92 buah pada lokasi perumnas, merupakan sebuah upaya yang baik untuk mengatasi permasalahan yang ada [7].

Penelitian lain mengenai pengujian kualitas di atas air hujan di daerah Asrama ITS memenuhi persyaratan kualitas air minum seperti yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 492 Tahun 2010. Hasil ini membuktikan kelayakan air hujan sebagai alternatif air bersih. Nilai TDS yaitu sebesar 336 mg/l air hujan lebih tinggi dibandingkan dengan air PDAM karena pengaruh *catchment area* air hujan yang merupakan genting bangunan asrama. Sedangkan pH air hujan yang dikandung sebesar 6,75 yang mana memiliki nilai lebih rendah daripada air PDAM [18].