BAB II

STUDI LITTERATUR

2.1 Sumur Resapan

2.1.1 Pengertian Sumur Resapan

Sumur rersapan merupakan sumur atau lubang pada permukaan tanah yang digunakan untuk menampung air hujan agar dapat meresap kedalam tanah. Sumur resapan ini kembalikan dari sumur air minum. Sumur resapan adalah lubang untuk memasukan air ke dalam tanah, sedangkan sumur air minum adalah untuk menaikan air tanah ke permukaan (Kusnaedi, 1996).

Seseuai dengan peraturan daerah kota Bandung nomor 08 tahun 2002 tentang pengelolaan air bawah tanah, dalam bab I ketentuan umum Pasal 1 menyebutkan bahwa sumur resapan adalah sumur yang dibuat dengan tujuan untuk meresapkan air kedalam tanah yang bentuknya berupa sumur gali atau sumur bor dangkal.

Sumur resapan adalah sarana untuk penampungan air hujan dan meresapkannya ke dalam tanah. Sumur serapan berfungsi untuk membantu penyerapan air hujan ke dalam tanah dan kembali ke siklus air yang semestinya sehingga tidak menggenang di permukaan dan menyebabkan banjir.

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI No. 02-2453-1991 tentang Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan, persyaratan umum yang harus dipenuhi adalah:

1. Sumur resapan harus berada pada lahan yang datar, tidak pada tanah berlereng, curam, atau labil.

2. Sumur resapan jauh dari tempat penimbunan sampah, jauh dari septic tank (minimum lima meter diukur dari tepi), dan berjarak minimum satu meter dari fondasi bangunan.
3. Penggalian sumur resapan bisa sampai tanah berpasir atau maksimal dua meter di bawah permukaan air tanah.
4. Kedalaman air tanah minimum 1,50 meter pada musim hujan.
5. Struktur tanah harus mempunyai permeabilitas tanah lebih besar atau sama dengan 2,0 cm/jam.

Sedangkan berdasarkan SNI : 03- 2453-2002 tata cara perencanaan sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan, Standar ini merupakan revisi dari Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2453-1991,Tata cara Perencanaan Teknik sumur Resapan Air Hujan untuk lahan Pekarangan. Sumur resapan air hujan adalah prasarana untuk menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah. Sedangkan Lahan pekarangan adalah lahan atau halaman yang dapat di fungsikan untuk menempatkan sumur resapan air hujan.

Persyaratan umum yang harus dipenuhi antara lain sebagai berikut:

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

Persyaratan teknis yang harus dipenuhi antara lain adalah sebagai berikut:

1) Ke dalam air tanah minimum 1,50 m pada musim hujan;
2) Struktur tanah yang dapat digunakan harus mempunyai nilai permebilitas tanah ≥ 2,0 cm/jam.
3) Jarak penempatan sumur resapan air hujan terhadap bangunan, dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1
Jarak minimum sumur resapan air hujan terhadap bangunan.

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 /sumur resapan tangki septik	5

Perhitungan Sumur Resapan air Hujan antara lain :

1) Volume andil banjir digunakan Rumus:

   $\mathbf{V_{ab} = 0{,}855\ C_{tadah}\ A_{tadah}.\ R}$

   Dimana:

   $\mathbf{V_{ab}}$ = Volume andil banjir yang akan ditampung sumur resapan (M^3)

   $\mathbf{C_{tadah}}$ = Koefesien limpasan dari bidang tadah(tanpa satuan)

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

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

2) Volume air hujan yang meresap digunakan rumus :

   $\mathbf{V_{rsp} = t_e/24.A_{total}.K.}$

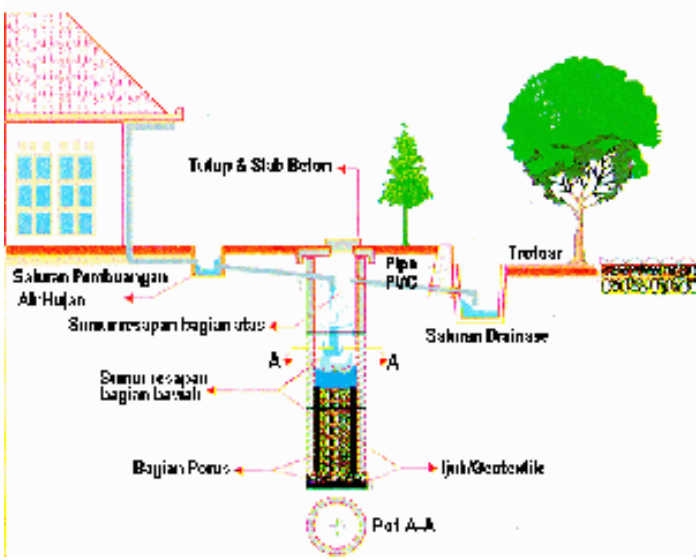
dimana;

$\mathbf{V_{rsp}}$ = Volume air hujan yang meresap (m^2).

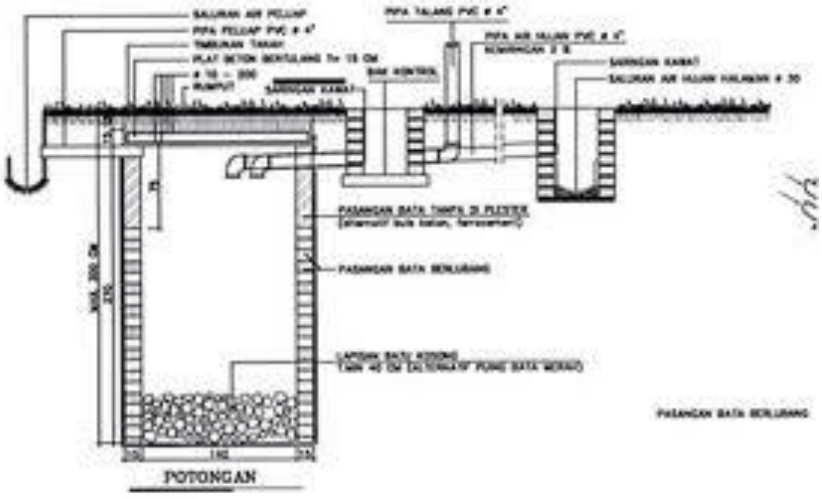
$\mathbf{T_e}$ = durasi hujan efektif (jam).= 0,9.R.0,92/60 (jam).

$\mathbf{A}_{total}$ =Luas dinding sumur+ luas alas sumur(m^2).

K = Koefesien permeabilitas tanah (m/hari).



Gambar 2.1 Bangunan Sumur Resapan di Pekarangan Rumah



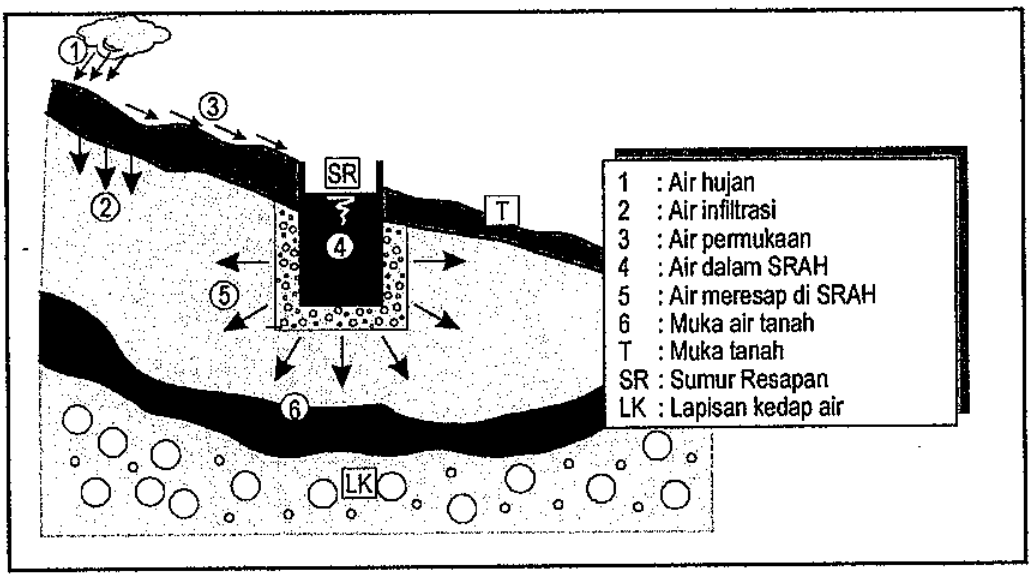
Gambar 2.2 Konstruksi Bangunan Sumur Resapan

Sunjoto (1989) mengemukakan bahwa upaya pembangunan sumur resapan air hujan merupakan teknik konservasi air yang pada hakekatnya adalah upaya manusia dalam mempertahankan, meningkatkan dan mengembangkan dayaguna air sesuai dengan peruntukannya dan dapat dicapai dengan memperbesar tampungan air tanah, memperkecil dimensi jaringan drainase, mempertahankan

elevasi muka air tanah, mencegah intrusi air laut untuk daerah pantai dan memperkecil tingkat pencemaran airtanah.

Sumur resapan adalah sistem resapan buatan yang dapat menampung air hujan, baik dari permukaan tanah maupun dari air hujan yang disalurkan melalui atap bangunan. Secara fisik sumur resapan ini dapat berbentuk sumur, kolam dengan resapan, saluran porus, saluran dan sejenisnya. Penempatan sumur resapan menurut Standar Nasional Indonesia adalah dengan jarak minimum 10 meter dari tangki septic, 10 meter dari resapan tangki septic, cubluk, saluran air limbah, sampah, 10 meter dari sumur air bersih (Dep. PU, 1990).

Untuk sumur resapan dengan dinding kedap air misalnya dengan buis beton dan lain-lain dapat diberi lubang-lubang beserta ijuk pengisi lubang untuk memperbesar perembesan air. Untuk sumur resapan berupa kolam (resapan terbuka) serta saluran porus atau saluran resapan terbuka harus disertai dan dilengkapi sistem resapan berupa lubang puing atau sumur-sumuran baik kosong atau berisi batuan/puing atau sumur-sumuran atau geotekstil/jenis yang sesuai (yaitu jenis untuk resapan bukan untuk kapiler atau bukan jenis *vertical drain*) masuk sampai ke dalam yang dipersayaratkan. Prinsip kerja sumur resapan seperti tergambar berikut ini.



Gambar 2.3
Prinsip Kerja Sumur Resapan Air Hujan

2.1.2 Fungsi Sumur Resapan

Fungsi Sumur Resapan antara lain dapat menampung dan menahan air hujan baik yang melalui atap rumah maupun yang langsung ke tanah sehingga tidak langsung keluar dari pekarangan rumah, tetapi mengisi kembali air tanah dangkal sebagai sumber air bersih.

Sumur resapan berfungsi sebagai pencegah banjir karena mengurangi aliranpermukaan karena sumur resapan memasukan air secara langsung ke dalam tanah,melindungi dan memperbaiki air tanah serta menekan laju erosi.Konstruksi sumur resapan sebagaimana layaknya sumur gali yang dilengkapiperkuatan dinding dengan ruang sumur tetap direncanakan kosong gunamenampung semaksimal mungkin air hingga dimensinya optimal. Kendalaestetika dapat diatasi dengan menutup bagian atas sumur menggunakan plat betonkemudian tanah dan lumpur ataupun dengan kombinasi pembuatan taman.Sehingga tidak

mengganggu fungsi dari asset bangunan yang sudah ada dandengan demikian dapat mengimbangi laju pembangunan dan menjaga kualitaslingkungan.

Sedangkan kegunaan sumur resapan dikelompokkan sebagai berikut :

1. Pengendali banjir: salah satu fungsi pembuatan sumur resapan ini adalah untuk menekan banjir. Sumur resapan ini mampu memperkecil aliran air permukaan sehingga terhindar dari penggenangan aliran air permukaan secara berlebihan yang dapat menyebabkan banjir.
2. Konservasi air tanah : disini diharapkan air hujan lebih banyak yang diresapkan ke dalam tanah menjadi air cadangan dalam tanah. Air yang tersimpan dalam tanah tersebut akan dapat dimanfaatkan melalui sumur-sumur atau mata air.
3. Menekan laju erosi : Dengan adanya penurunan aliran permukaan maka laju erosi pun akan menurun. Bila aliran permukaan menurun, tana-tanah yang tergerus dan terhanyut pun akan berkurang. Dampaknya, aliran permukaan air hujan kecil dan erosipun akan kecil. Dengan demikian adanya sumur resapan yang mampu menekan besarnya aliran permukaan berarti dapat menekan laju erosi.
4. Meningkatkan kembali permukaan air tanah (khususnya air tanah dangkal) ke kondisi semula.
5. Menambah cadangan / potensi air tanah.
6. Mengurangi meluasnya penyusupan / intrusi air laut.
7. Mengurangi genangan banjir dan aliran permukaan (run off)
8. Mencegah penurunan permukaan air tanah (land subsidence)

2.1.3 Prinsip Kerja Sumur Resapan

Prinsip kerja dari sumur resapan adalah menyalurkan dan menampung air hujan ke dalam sebuah lubang atau sumur, agar air hujan dapat memiliki waktu tinggal di permukaan tanah lebih lama sehingga sedikit demi sedikit air dapat meresap ke dalam tanah. Di bawah tanah, air yang meresap ini akan merembes masuk ke dalam lapisan tanah yang disebut lapisan tidak jenuh, dimana pada berbagai jenis tanah, lapisan ini masih bisa menyerap air. Dari lapisan tersebut, air akan menembus kedalam permukaan tanah (water table), dimana dibawahnya ada air tanah (ground water), yang terperangkap dalam lapisan akuifer. Dengan demikian, masuknya air hujan ke dalam tanah akan membuat imbuhan air tanah akan menambah jumlah air tanah dalam lapisan akuifer.

Dengan prinsip kerja dari sumur resapan tersebut, maka jika kita hendak membuat sumur resapan pada area halaman rumah kita, kita akan menyalurkan air hujan yang turun di area rumah kita menuju sumur resapan, termasuk air hujan yang turun pada genting atap rumah yang nantinya mengalir menuju talang air. Dari talang, air kita salurkan ke sumur resapan dengan menggunakan pipa (biasanya menggunakan pipa paralon).

Sedangkan air hujan yang turun selain di area genteng atap rumah, dapat kita salurkan menuju sumur resapan dengan cara membuat semacam selokan atau got kecil di area rumah kita, yang dibuat dengan kemiringan tertentu, sehingga nantinya air yang masuk ke dalam selokan atau got tersebut dapat mengalir menuju sumur resapan.

Untuk membuang kelebihan air yang masuk kedalam sumur resapan, kita bisa membuat pipa pembuangan, yang nantinya berfungsi mengalirkan kelebihan air di dalam sumur resapan menuju saluran drainase/saluran pembuangan di dekat rumah kita.

Tujuan utama dari sumur ini adalah memperbesar masuknya air ke dalam tanah sebagai air resapan (infiltrasi). Dengan demikian, air akan lebih banyak masuk ke dalam tanah dan sedikit yang mengalir sebagai aliran permukaan (run off).

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

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

Faktor-faktor yang Perlu Dipertimbangkan Dalam Pembuatan Sumur Resapan :

1. Faktor Iklim : Iklim merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan sumur resapan. Faktor yang perlu mendapat perhatian adalah besarnya curah hujan. Semakin besar curah hujan di suatu wilayah berarti semakin besar sumur resapan yang diperlukan.
2. Kondisi air tanah : Pada kondisi permukaan air tanah yang dalam, sumur resapan perlu dibuat secara besar-besaran karena tanah benar-benar memerlukan suplai air melalui sumur resapan. Sebaliknya pada lahan yang muka airnya dangkal, sumur resapan ini kurang efektif dan tidak akan

berfungsi dengan baik. Terlebih pada daerah rawa dan pasang surut, sumur resapan kurang efektif. Justru daerah tersebut memerlukan drainase.

3. Kondisi tanah : Keadaan tanah sangat berpengaruh terhadap besar kecilnya daya resap tanah terhadap air hujan. Dengan demikian konstruksi dari sumur resapan harus mempertimbangkan sifat fisik tanah. Sifat fisik yang langsung berpengaruh terhadap besarnya infiltrasi adalah tekstur dan pori tanah.
4. Tata guna tanah : Tata guna tanah akan berpengaruh terhadap presentase air yang meresap ke dalam tanah dengan aliran permukaan. Pada tanah yang banyak tertutup beton bangunan, air hujan yang mengalir di permukaan tanah akan lebih besar disbanding dengan air yang meresap ke dalam tanah. Dengan demikian, di lahan yang penduduknya padat, sumur resapan harus dibuat lebih banyak dan lebih besar volumenya.
5. Kondisi social ekonomi masyarakat : Perencanaan sumur resapan harus memperhatikan kondisi sosial perekonomian masyarakat. Misalnya, pada kondisi perekonomian yang baik, biaya sumur resapan dapat dibebankan pada masyarakat dan konstruksinya dapat dibuat dari bahan yang benar-benar kuat. Sebaliknya pada kondisi masyarakat yang ekonominya rendah, sumur resapan harus terbuat dari bahan-bahan yang murah dan mudah didapat serta konstruksinya sederhana. Pendanaan pada daerah minim sebaiknya berupa proyek berbantuan dari pemerintah melalui proyek APBD atau APBN.
6. Ketersediaan bahan : Perencanaan konstruksi sumur resapan ketersediaan bahan-bahan yang ada di lokasi. Misalnya untuk daerah perkotaan, sumur resapan dapat dibuat dari beton, tangki fiberglass, atau cetakan beton (hong). Untuk daerah pedesaan, sumur resapan yang cocok dikembangkan dari

bamboo atau kayu yang tahan lapuk atau bahan lain yang murah dan mudah di dapat di lokasi.

2.1.4 Dimensi Sumur Resapan

Dimensi sumur resapan ditentukan oleh beberapa faktor yaitu : tinggi muka airtanah, intensitas hujan, lama hujan, luas penampang tampungan dan koefisien permeabilitas tanah.

1. Tinggi muka air tanah

Dasar bangunan sumur resapan akan efektif apabila terletak di atas muka airtanah. Oleh karena itu diperlukan peta sebaran muka preatik daerah penelitian yang menggambarkan distribusi tinggi muka airtanah.

2. Intensitas hujan

Intensitas hujan sangat diperlukan untuk menghitung besarnya kapasitas sumur resapan untuk menampung air hujan yang jatuh pada penutupan lahan dengan luasan tertentu. Volume air tampungan adalah hasil kali intensitas hujan, luas daerah tampungan dan lama hujan .

3. Durasi hujan

Lama hujan adalah waktu terlama hujan itu terjadi setiap kejadian hujan. Lama hujan (durasi) sangat diperhitungkan dalam memprediksi daya tampung sumur serapan.

4. Luas penampung tampungan

Luas penampung tampungan ini merupakan jumlah total dari atap bangunan atau bidang pekerasan yang airnya dialirkan pada sumur resapan. Semakin besar luas tampungan maka semakin besar luas tampungan maka semakin besar volume tampungan.

5. Koefisien permeabilitas tanah

Koefisien permeabilitas akifer adalah kemampuan tanah dalam melewatkan air sebagai fungsi dari waktu. Kemampuan tanah dalam meresapkan air hujan yang di tampung ditentukan oleh koefisien permeabilitas ini .

Sunjoto (1988) mengusulkan suatu rumus sebagai dasar perhitungan kedalaman sumur resapan sebagai berikut :

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

Dimana:

H : Kedalaman efektif sumur resapan (m)

Q : Debit air yang masuk (m^3/s)

F : Faktor Geometrik

K : Permeabilitas Tanah (m/detik)

t : Waktu Panggilan (detik)

R : Jari-jari Sumur Resapan (m)

$Q = 2{,}78.10^{-7}.C.I.A$

Dimana:

Q : Debit air yang masuk (m^3/s)

C : Koefisien pengaliran

I : Intensitas hujan (mm/jam)

A : Luas daerah tangkapan air (m^2)

Kemampuan suatu sumur resapan dalam meresapkan air hujan dipengaruhi oleh faktor geometrik. Hal ini tentunya dipengaruhi oleh faktor bentuk ujung sumur, diameter sumur, dan perlampiasan tanah dimana ujung sumur resapan itu berada.

2.2 Parameter Penunjang Perhitungan Sumur Resapan

2.2.1 Hujan/Prestipitasi

Presipitasi atau Hujan adalah peristiwa jatuhnya air/es dari atmosfer ke permukaan bumi dan atau laut dalam bentuk yang berbeda. Hujan di daerah tropis (termasuk Indonesia) umumnya dalam bentuk air dan sesekali dalam bentuk es pada suatu kejadian ekstrim, sedangkan di daerah subtropis dan kutub hutan dapat berupa air atau salju/es.

Hujan adalah jatuhnya hydrometeor yang berupa partikel-partikel air dengan diameter 0.5 mm atau lebih. Jika jatuhnya sampai ketanah maka disebut hujan, akan tetapi apabila jatuhannya tidak dapat mencapai tanah karena menguap lagi maka jatuhan tersebut disebut Virga. Hujan juga dapat didefinisikan dengan uap yang mengkondensasi dan jatuh ketanah dalam rangkaian proses hidrologi.

Hujan merupakan salah satu bentuk presipitasi uap air yang berasal dari awan yang terdapat di atmosfer. Bentuk presipitasi lainnya adalah salju dan es. Untuk dapat terjadinya hujan diperlukan titik-titik kondensasi, amoniak, debu dan asam belerang. Titik-titik kondensasi ini mempunyai sifat dapat mengambil uap air dari udara. Satuan curah hujan selalu dinyatakan dalam satuan millimeter atau inchi namun untuk di Indonesia satuan curah hujan yang digunakan adalah dalam satuan millimeter (mm).

Besarnya curah hujan adalah volume air yang jatuh pada suatu areal tertentu. Besarnya curah hujan dapat dimaksudkan untuk satu kali hujan atau untuk masa tertentu seperti perhari, perbulan, permusim atau pertahun (Sitanala, 1989). Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan

rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan. Distribusi curah hujan adalah berbeda-beda sesuai dengan jangka waktu yang ditinjau dari curah hujan tahunan, curah hujan bulanan, curah hujan harian dan curah hujan perjam. Harga-harga yang diperoleh ini dapat digunakan untuk menentukan prospek dikemudian hari dan akhirnya perancangan sesuai dengan tujuan yang dimaksud (Sosrodarsono dan Takeda, 1999).

Curah hujan merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) milimeter artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu milimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Intensitas hujan adalah banyaknya curah hujan persatuan jangka waktu tertentu. Apabila dikatakan intensitasnya besar berarti hujan lebat dan kondisi ini sangat berbahaya karena berdampak dapat menimbulkan banjir, longsor dan efek negatif terhadap tanaman.

Hujan merupakan unsur fisik lingkungan yang paling beragam baik menurut waktu maupun tempat dan hujan juga merupakan faktor penentu serta faktor pembatas bagi kegiatan pertanian secara umum. Oleh karena itu klasifikasi iklim untuk wilayah Indonesia (Asia Tenggara umumnya) seluruhnya dikembangkan dengan menggunakan curah hujan sebagai kriteria utama (Lakitan, 2002). Bayong (2004) mengungkapkan bahwa dengan adanya hubungan sistematik antara unsur iklim dengan pola tanam dunia telah melahirkan pemahaman baru tentang klasifikasi iklim, dimana dengan adanya korelasi antara tanaman dan unsur suhu atau presipitasi menyebabkan indeks suhu atau presipitasi dipakai sebagai kriteria dalam pengklasifikasian iklim.

2.2.2 Distribusi Hujan

Hujan merupakan unsur iklim yang paling penting di Indonesia karena keragamannnya sangat tinggi baik menurut waktu maupun menurut tempat. Oleh karena itu kajian tentang iklim lebih banyak diarahkan pada hujan. Berdasarkan pola hujan, wilayah Indonesia dapat dibagi menjadi tiga (Boerema, 1938), yaitu pola Monsoon, pola ekuatorial dan pola lokal.

Pola Moonson dicirikan oleh bentuk pola hujan yang bersifat unimodal (satu puncak musim hujan yaitu sekitar Desember). Selama enam bulan curah hujan relatif tinggi (biasanya disebut musim hujan) dan enam bulan berikutnya rendah (bisanya disebut musim kemarau). Secara umum musim kemarau berlangsung dari April sampai September dan musim hujan dari Oktober sampai Maret.

Pola equatorial dicirikan oleh pola hujan dengan bentuk bimodal, yaitu dua puncak hujan yang biasanya terjadi sekitar bulan Maret dan Oktober saat matahari berada dekat equator. Curah hujan diukur dalam satuan milimeter (mm). Pengukuran curah hujan dilakukan melalui alat yang disebut penakar curah hujan dan diukur setiap jam 07 pagi waktu setempat.

2.3 Perhitungan Hujan

2.3.1 Sumur Resapan Dangkal

Sumur resapan, sebenarnya telah banyak digunakan oleh nenek moyang kita, yaitu dengan membuat lubang –lubang galian di kebun halaman serta memanfaatkan sumur-sumur yang tidak terpakai sebagai penampung air hujan.

Konsep dasar sumur resapan pada hakekatnya adalah member kesempatan dan jalan pada air hujan yang jatuh di atap atau lahan yang kedap air untuk meresap ke dalam tanah dengan jalan menampung air tersebut pada suatu sistem resapan. Berbeda dengan cara konvensional dimana air hujan dibuang /dialirkan ke sungai diteruskan ke laut dengan cara seperti ini dapat mengalirkan air hujan ke dalam sumur-sumur resapan yang dibuat halaman rumah. Sumur resapan ini merupakan sumur kosong dengan kapasistas tampungan yang cukup besar sebelum air meresap ke dalam tanah. Dengan adanya tampungan , maka air hujan mempunyai cukup waktu untuk meresap ke dalam tanah sehingga pengisian tanah menjadi optimal.

Berdasarkan konsep tersebut maka ukuran atau dimensi sumur yang diperlukan untuk suatu lahan atau kapling sangat bergantung dari beberapa factor sebagai berikut:

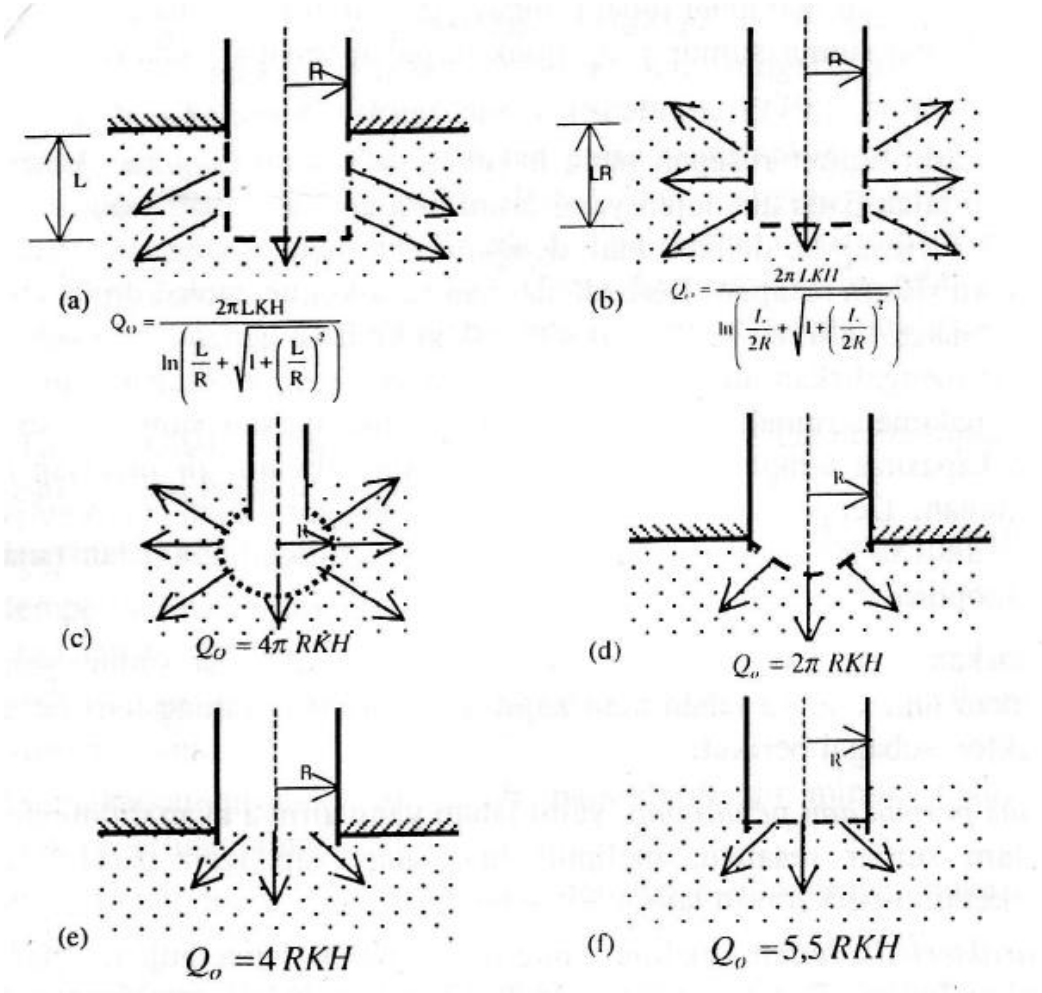
1) Luas permukaan penutupan, yaitu lahan yang airnya akan ditampung dalam sumur resapan meliputi luas atap, lapangan parker dan perkerasan-perkerasan lain.

2) Karakteristik hujan meliputi intensitas hujan, lama hujan, selang waktu hujan. Secara umum dapat dikatakan bahwa makin tinggi hujan, makin lama berlangsungnya hujan memerlukan volume sumur resapan yang makin besar. Sementara selang waktu hujan yang besar dapat mengurangi volume sumur yang diperlukan.

3) Koefisien permeabilitas tanah, yaitu kemampuan tanah dalam melewatkan air per satuan waktu. Tanah berpasir mempunyai koefisien permeabilitas lebih tinggi dibandingkan tanah berlempung .

4) Tinggi muka air tanah . pada kondisi muka air tanah yang dalam, sumur resapan perlu dibuat secara besar-besaran karena tanah benar-benar memerlukan pengisian air melalui sumur-sumur resapan. Sebaliknya pada lahan yang muka airnya dangkal, pembuatan sumur resapam kurang efektif terutama pada daerah pasang surut atau daerah rawa dimana air tanahnya sangat dangkal.

Sejauh ini telah dikembangkan beberapa metode untuk mendimensi sumur resapan , beberapa diantaranya adalah sebagai berikut:



Gambar 2.4 Debit Resapan Pada Sumur Dengan Berbagai Kondisi

1) Sunjoto (1988)

Secara teoritis, volume dan efisiensi sumur resapan dapat dihitung berdasarkan keseimbangan air yang masuk ke dalam sumur dan air yang meresap ke dalam tanah (Sunjoto, 1988) dan dapat dituliskan sebagai berikut:

$$H = \frac{Q}{FX}\left[1 - e^{\frac{FKT}{\pi R^2}}\right]$$

Dimana :

H = tinggi muka air dalam sumur (m)

F = adalah factor geomterik (m)

Q= debit air masuk (m^3/dt)

T = Waktu pengaliran (detik)

K= Koefisien permeabilitas tanah (m/dt)

R = Jari-jari sumur (m)

Factor geometric tergantung pada berbagai keadaan sebagaimana dapat dilihat pada gambar 4.28 dan secara umum dapat dinyatakan dalam persamaan:

Q_0 =F.K.H

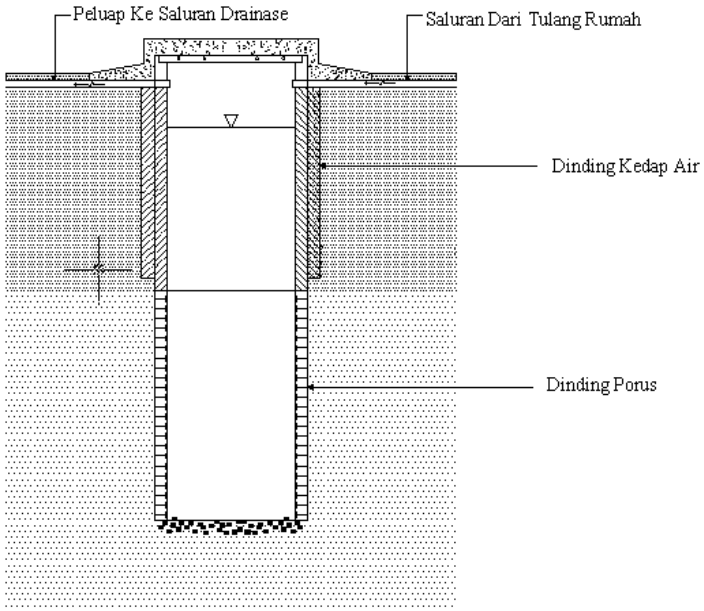
Kedalaman efektif sumur resapan dihitung dari tinggi muka air tanah jika dasar sumur berada di bawah muka air tanah tersebut, dan diukur dari dasar sumur jika muka air tanah berada di bawah dasar sumur. Sebaliknya dasar sumur berada pada lapisan tanah dengan permeabilitas tinggi.

2.3.2 Konstruksi Sumur Resapan

Bahan – bahan yang diperlukan untuk sumur respan meliputi:

1. Saluran pemasukan/ pengeluaran dapat berupa pipa besi, paralon, buis beton, pipa tanah liat, atau dari pasangan batu

2. Dinding sumur dpat menggunakan anyaman bambu, drum bekas, tangki *fiber glass*, pasangan batu bata, atau buis beton.
3. Dasar sumur dan sela – sela antara galian tanah dan dinding tempat air meresap dapat diisi dengan ijuk atau kerikil.



Gambar. 2.5 Konstruksi Sumur Resapan

2.3.3 Persyaratan Sumur Resapan

Persyaratan umum:

1. Dibuat dari bahan lolos air dan tahan longsor
2. Sumur resapan harus bebas dari kontaminasi.
3. Air yang masuk adalah air hujan
4. Untuk lingkungan dengan sanitasi buruk, sumur resapan hanya menampung dari atap dan disalurkan dari talang.
5. Mempertimbangkan aspek hidrogeologi, geologi, dan hidrologi

2.3.4 Keadaan muka air tanah

Sumur resapan dibuat pada awal daerah aliran yang dapat ditentukan dengan mengukur kedalaman dari permukaan air tanah ke permukaan tanah di sumur sekitarnya pada musim hujan.

2.3.5 Permeabilitas tanah

Nilai permeabilitas tanah yang dapat dipergunakan untuk sumur resapan dibagi menjadi 3 kelas:

1) Permeabilitas tanah sedang (geluh, lanau; 2.0 – 6.5 cm/jam)
2) Permeabilitas tanah agak cepat (pasir halus; 6.5 – 12.5 cm/jam)
3) Permeabilitas tanah cepat (pasir kasar; lebih besar dari 12.5 cm/jam)

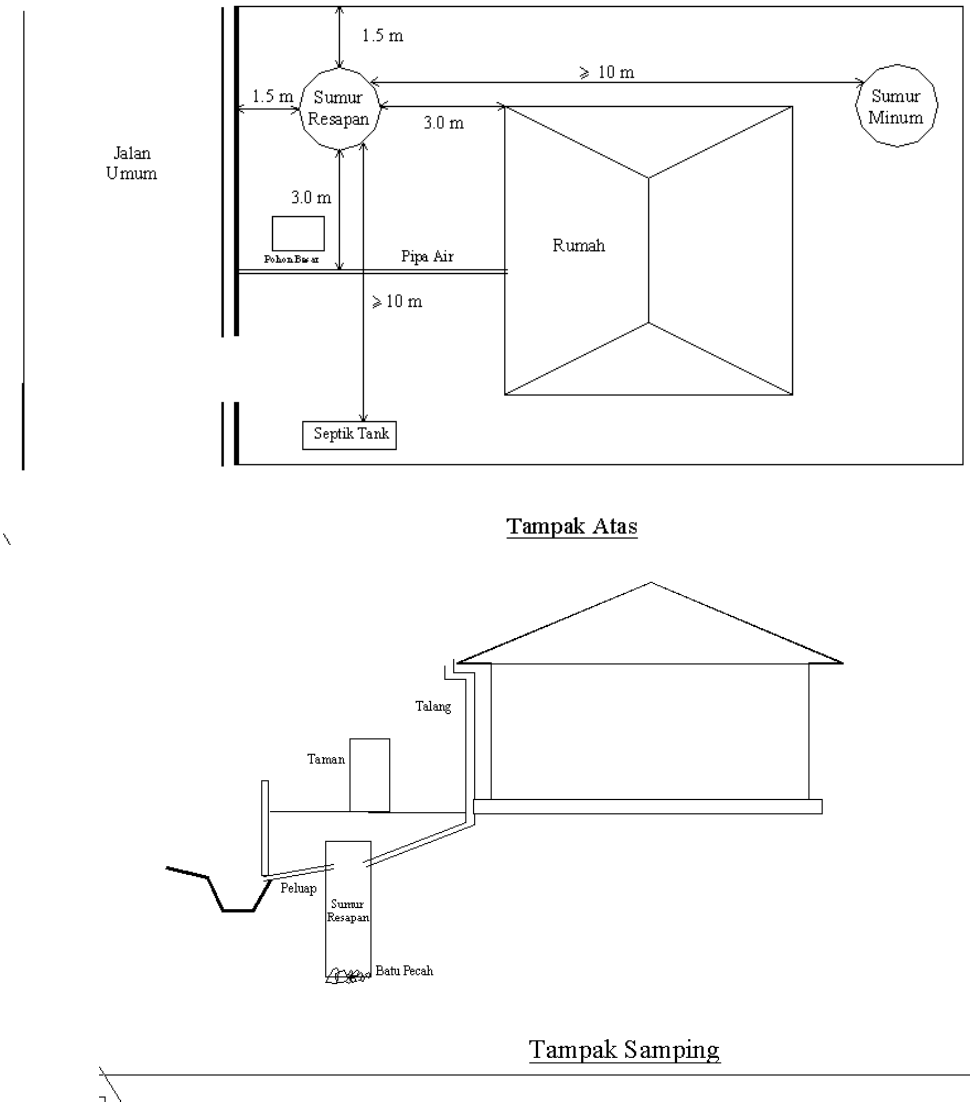
2.3.6 Penempatan sumur resapan

Penempatan sumur resapan harus memperhatikan kondisi lingkungan setempat, seperti letak septik tank, sumur air, posisi rumah dan jalan umum. Tabel 2.2 memberikan batas minimum jarak sumur resapan terhadap bangunan lainnya.

Tabel 2.2 Jarak minimum sumur resapan dengan bangunan lainnya

No.	Bangunan/objek yang ada	Jarak minimal dengan sumur resapan (m)
1	Bangunan/ rumah	3.0
2	Batas kavling	1.5
3	Sumur air minum	10.0
4	Septik tank	10.0
5	Aliran air (sungai)	30.0
6	Pipa air minum	3.0
7	Jalan umum	1.5
8	Pohon besar	3.0

Sebagai gambaran tata letak sumur resapan dapat dilihat pada Gambar.2.6



Gambar.2.6 Tata letak sumur resapan

Tabel 2.3 Jarak Minimum Sumur Resapan dengan Bangunan Lainnya

No.	Bangunan/Objek Yang Ada	Jarak Minumum Dengan Sumur Resapan
1	Bangunan/rumah	3,0
2	Batas pemilikan lahan/kapling	1,5
3	Sumur untuk air minum	10,0
4	Septik tank	10,0
5	Aliran air (sungai)	30,0
6	Pipa air minum	3,0
7	Jalan umum	1,5
8	Pohon besar	3,0

Pemeriksaan

Sumur resapan air hujan perlu diperiksa secara periodik setiap enam bulan sekali untuk menjamin kontinuitas operasional sumur resapan. Pemeriksaan yang dilakukan meliputi:

1. Aliran masuk
2. Bak kontrol
3. Kondisi sumur resapan

2.4 DAS

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah daerah yang di batasi punggungpunggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut dan akan dialirkan melalui sungaisungai kecil ke sungai utama (Asdak, 1995). Karena DAS dianggap sebagai suatu sistem, maka dalam pengembangannyapun, DAS harus diperlakukan sebagai suatu sistem. Dengan memperlakukan sebagai suatu sistem dan pengembangannya bertujuan untuk memenuhi tujuan pembangunan berkelanjutan, maka sasaran pengembangan DAS akan menciptaka ciri-ciri yang baik sebagai berikut:

1. Mampu memberikan produktivitas lahan yang tinggi. Setiap bidang lahan harus memberikan produktivitas yang cukup tinggi sehingga dapat mendukung kehidupan yang layak bagi petani yang mengusahakannnya.
2. Mampu mewujudkan, pemerataan produktivitas di seluruh DAS.
3. Dapat menjamin kelestarian sumberdaya air, (Agus, dkk., 2007).

Salah satu fungsi utama dari DAS adalah sebagai pemasok air dengan kuantitas dan kualitas yang baik terutama bagi orang di daerah hilir. Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian akan mempengaruhi kuantitas dan kualitas tata air pada

DAS yang akan lebih dirasakan oleh masyarakat di daerah hilir. Persepsi umum yang berkembang pada saat ini, konversi hutan menjadi lahan pertanian mengakibatkan penurunan fungsi hutan dalam mengatur tata air, mencegah banjir, longsor dan erosi pada DAS tersebut. Hutan selalu dikaitkan dengan fungsi positif terhadap tata air dalam ekosistem DAS (Noordwijk dan Farida, 2004).

Daerah resapan air berperan sebagai penyaring air tanah. Ketika air masuk ke daerah resapan maka akan terjadi proses penyaringan air dari partikel-partikel yang terlarut di dalamnya. Hal ini dimungkinkan karena perjalanan air dalam tanah sangat lambat dan oleh karenanya memerlukan waktu yang relatif lama. Pada keadaan normal, aliran air tanah langsung masuk ke sungai yang terdekat (Asdak, 1995).

2.4.1 Hujan Regional

Menurut (Hutchinson, 1970 ; Browning, 1987 dalam Asdak C. 1995) Ketelitian hasil pengukuran CH tegantung pada variabilitas spasial CH, maksudnya diperlukan semakin banyak lagi penakar CH bila kita mengukur CH di suatu daerah yang variasi curah hujannya besar. Ketelitian akan semakin meningkat dengan semakin banyak penakar yang dipasang, tetapi memerlukan biaya mahal dan juga memerlukan banyak waktu dan tenaga dalam pencatatannya di lapangan.

Untuk menghitung curah hujan dapat digunakan beberapa metode sebagai berikut:

1. Cara rata-rata aritmatik

   Cara rata-rata aritamatik adalah cara yang paling mudah diantara cara lainnya (poligon dan isohet). Digunakan khususnya untuk daerah seragam dengan

variasi CH kecil. Cara ini dilakukan dengan mengukur serempak untuk lama waktu tertentu dari semua alat penakar dan dijumlahkan seluruhnya. Kemudian hasil penjumlahannya dibagi dengan jumlah penakar hujan maka akan dihasilkan rata-rata curah hujan di daerah tersebut. Secara matimatik ditulis persamaan sebagai berikut:

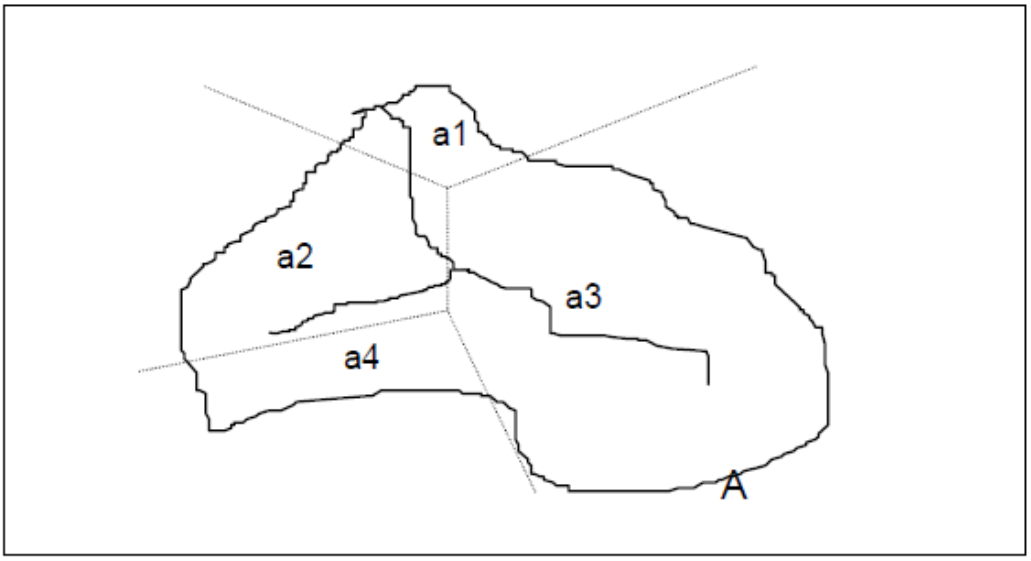
$$\text{Rata-rata CH} = (\Sigma Ri)/n$$

, dimana Ri = besarnya CH pada stasiun i
n = jumlah penakar (stasiun)

Untuk mengukur rata-rata curah hujan yang mewakili suatu daerah X diperlukan 4 (empat buah) penakar hujan yaitu pada stasiun A, B, C dan D. Tercatat selama waktu tertentu di stasiun A sebesar 6 cm, di B (10 cm), di C (8 cm) dan di D (11 cm). Maka : Rata-rata CH = (6+10+8+11)/4 = 8,75 cm.

2. Cara Poligon (Thiessen polygon)

Cara ini untuk daerah yang tidak seragam dan variasi CH besar. Menurut Shaw (1985) cara ini tidak cocok untuk daerah bergunung dengan intensitas CH tinggi. Dilakukan dengan membagi suatu wilayah (luasnya A) ke dalam beberapa daerah-daerah membentuk poligon (luas masing-masing daerah ai), seperti pada Gambar 2.7:



Gambar 2.7 Daerah-daerah poligon (a1, a2, a3, a4) yang dibatasi oleh garis putus-putus pada Wilayah A

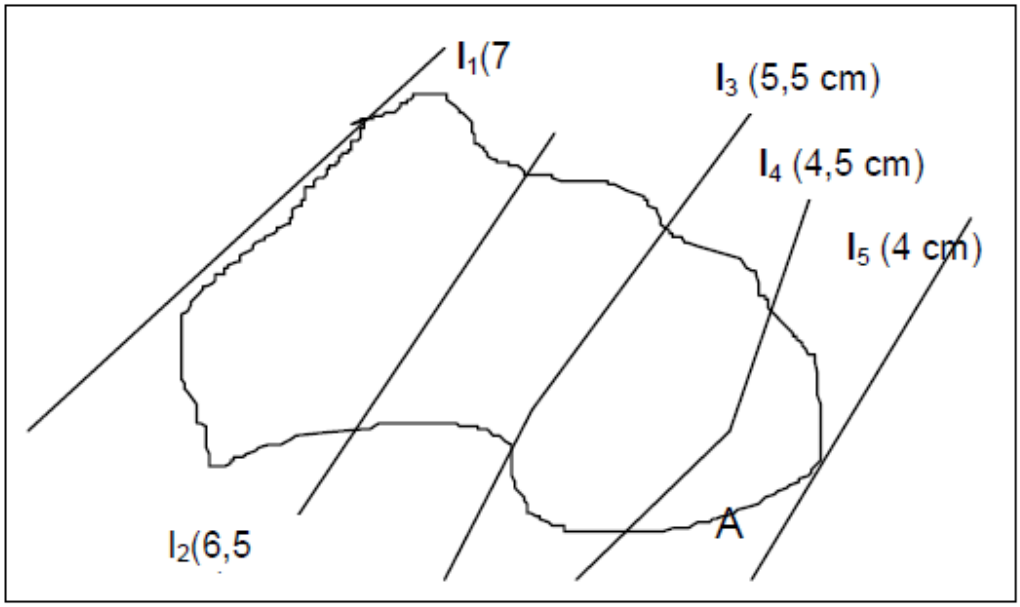
Untuk menghitung Curah Hujan ra ta-rata cara poligon menggunakan persamaan:

Rata-rata CH = R1(a1/A) + R2(a2/A) + R3(a3/A) + . . . + Rn(ai/A)

dimana R = jumlah curah hujan pada penakar/stasiun di daerah a

3. Cara Isohet (Isohyetal)

Cara ini dipandang paling baik, tetapi bersifat subyektif dan tergantung pada keahlian, pengalaman, pengetahuan pemakai terhadap sifat curah hujan pada daerah setempat. Isohet adalah garis pada peta yang menunjukkan tempat -tempat dengan curah hujan yang sama (Gambar 2.8).



Gambar 2.8 Garis-garis besarnya curah hujan pada masing-masing Isohet (I)

Dalam metode isohet ini Wilayah dibagi dalam daerah -daerah yang masing-masing dibatasi oleh dua garis isohet yang berdekatan, misalnya Isohet 1 dan 2 atau (I1 – I2). Oleh karena itu, dalam Gambar 2.5, curah hujan rata –rata untuk daerah I1 – I2 adalah (7 cm + 6,5 cm)/2 = 6,75 cm. Untuk menghitung luas darah (I1 – I2) dalam suatu peta kita bisa menggunakan Planimeter. Sercara sederhana bisa juga menggunakan kertas milimeter block dengan cara menghitung kotak yang masu k dalam batas daerah yang diukur.

Metode isohet bergunan terutama berguna untuk mempelajari p engaruh hujan terhadap perilaku aliran air sungai terutama untuk daerah dengan tipe curah hujan orografik (daerah pegunungan).

2.4.2 Distribusi Frekuensi (Periode Ulang Hujan)

Analisa frekuensi curah hujan adalah berulangnya curah hujan baik jumlah frekuensi persatuan waktu maupun periode ulangnya. Ada beberapa metode yang

dapat digunakan untuk menghitung besarnya curah hujan pada kala ulang tertentu. Untuk menganalisa frekuensi curah hujan ini menggunakan tiga metode sebagai perbandingan, yaitu: (1) Metode Distribusi Normal; (2) Metode Distribusi Gumbel; (3) Metode Distribusi Log Pearson Type III.

Tabel 2.4 Persyaratan Penggunaan Metode Analisa Frekuensi

No	Metode	Persyaratan	Penggunaan
1.	Normal	Cs=0	-0,1 <Cs<0,1
2.	Log Normal	Cs~3 Cv	0 <Cv<1
3.	Gumbel	Cs=1,14	Baik untuk urutan data-data maks
		Ck=5,4	Sepertidebit banjir
4.	Pearson Type III & Log Pearson Type III	Cs>0	Bila ketiga di atas tidak memenuhi
		Cs<0	

Analisa frekuensi ini untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai dalam mendapatkan curah hujan yang didasarkan pada nilai-nilai koefisien asimetri, koefisien variasi dan koefisien kurtosis yang didapat dari parameter-parameter statistik (Soewarno,1986). Dari hasil ketiga tersebut dipilih harga yang paling mungkin terjadi yaitu dengan melihat kriteria dari besarnya parameter statistik, yaitu : (Sri Harto,1993):

- Metode Distribusi Normal

  Cs = 0,00

  Ck = 3,00

- Metode Distribusi Gumbel

  Cs = 1,139

  Ck = 5,4002

- Metode Distribusi Log Pearson Type III Cs dan Ck bebas dimana:

  Cs = koefisien kepencengan (skewnes)

  Ck = koefisien kepuncakan (kurtosis)

Untuk menganalisa frekuensi curah hujan dengan metode Log Pearson Type III adalah sebagai berikut:

$$\text{Log}X_T = \text{Log}\overline{X} + K.S_{\log X}$$

dimana:

X_T = Curah hujan dengan kala ulang T tahun

$\text{Log}\,\bar{T}$ = Harga rata-rata

$S_{\log X}$ = Standart deviasi

K = Koefisien, yang harganya tergantung pada nilai kepencengan (Cs) dan Return periode (T).

Metoda yang dipakai nantinya harus ditentukan dengan melihat karakteristik distribusi hujan daerah setempat. Periode ulang yang akan dihitung pada masing-masing metode adalah untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Uraian masing-masing dari metoda yang dipakai adalah sebagai berikut:

a. Metoda Distribusi Normal

Merupakan fungsi distribusi kumulatif (CDF) Normal atau dikenal dengan distribusi Gauss (Gaussian Distribution). Distribusi normal memiliki fungsi kerapatan probabilitas yang dirumuskan :

$$f(x) = \frac{1}{\sigma.\sqrt{2.\pi}}.\exp\left[-\frac{1}{2}.\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right] \quad -\infty < x < \infty$$

Dimana :

μ dan σ adalah parameter statistik, yang masing-masing adalah nilai rata-rata dan standar deviasi dari varian.

b. Metoda Distribusi Log Normal 2 Parameter

Distibusi log normal merupakan hasil transformasi dari distribusi normal, yaitu dengan mengubah nilai variat X menjadi nilai logaritmik variat X. Untuk distribusi log normal dua parameter mempunyai persamaan transformasi:

$$\text{Log } X_t = \overline{\text{Log}X} + K.\ S_{\text{log}X}$$

di mana:

$\text{Log } X_t$ = Nilai logaritmik curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)

$\overline{\text{Log}X}$ = Nilai logaritmik curah hujan maksimum rata-rata

$S_{\text{log}X}$ = Standar deviasi logaritmik nilai X

K = Faktor variabel reduksi Gauss untuk distribusi Log Normal 2 prameter

Apabila perhitungan tanpa nilai logaritmik, dapat digunakan persamaan berikut:

$$X_t = \overline{X} + k.\ S_X$$

di mana:

X_t = Nilai curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)

$\overline{X}$ = Nilai curah hujan maksimum rata-rata

S_X = Standar deviasi nilai X

k = Nilai karakteristik distibusi Log Normal 2 Parameter yang nilainya bergantung dari koefisien variasi (C_V)

$$C_V = \frac{S_X}{\overline{X}}$$

c. Metoda Distribusi Log Normal 3 Parameter

Distribusi Log Normal 3 Parameter dapat dituliskan sebagai:

$X_t = \bar{X} + K.S_X$

di mana:

Xt = Nilai curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)

$\bar{X}$ = Nilai curah hujan maksimum rata-rata

S_X = Standar deviasi nilai X

K = Nilai karakteristik distibusi Log Normal 3 Parameter

yang nilainya bergantung dari koefisien kemencengan (C_S)

d. Metoda Distribusi Pearson Type III

Secara sederhana fungsi kerapatan distribusi Pearson Type III adalah sebagai berikut:

Xt = Xi + KT.Si

Dimana:

Xi = Data ke-i

Si = Standar deviasi

Cs = Koefisien skewness

KT = Faktor sifat distribusi Pearson Type III, yang merupakan fungsi dari besarnya Cs yang ditunjukan pada tabel.

e. Log Pearson Type III

Secara sederhana fungsi kerapatan peluang distribusi Pearson Type III ini mempunyai persamaan sebagai berikut

$\log Xt = \overline{\log}\ Xi + KT.Si$

$\overline{\log}\ X = \dfrac{\sum \log Xi}{N}$

Si = standar deviasi

$= \sqrt{\dfrac{(\log Xi - \log X)^2}{N-1}}$

Cs = Koefisien skewness

$= \dfrac{\sum (\log Xi - \log X)^2}{(N-1).(N-2)Si^3}$

Dimana

KT = Koefisien frekuensi didapat dari tabel.

f. Metoda Distribusi Gumbel Type I Ektremal

Metoda distribusi Gumbel banyak digunakan dalam Analisis frekuensi hujan yang mempunyai rumus

Rt = R + K. Sx

K = (yt - yn)/Sn.

Yt = - (0,834 + 2,303 log T/T-1)

Dimana:

Rt = Curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm).

R = Curah hujan maksimum rata-rata

Sx = Standar deviasi

K = Faktor frekuensi

Sn, Yn = Faktor pengurangan deviasi standar rata-rata sebagai fungsi dari jumlah data

Tujuan dari analisa frekuensi curah hujan ini adalah untuk memperoleh curah hujan dengan beberapa perioda ulang. Pada analisa ini digunakan beberapa metoda untuk memperkirakan curah hujan dengan periode ulang dalam tahun tertentu.

2.4.3 Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan air hujan yang jatuh pada suatu daerah aliran, pada saat menyentuh permukaan daerah aliran (DAS) yang paling jauh lokasinya dari muara, ke titik yang ditinjau. Dalam ilmu hidrologi ada beberapa rumus yang sering digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi aliran. Untuk penghitungan waktu konsentrasi lokasi kajian ini menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Kerby

Tc = $C * \left(\frac{L_n}{S^{1/2}}\right)^{0.467}$

2. Kirpich

Tc = $0.0078 * \left(\frac{L_n{}^{0.77}}{S^{0.385}}\right)$

3. Bransby Williams

Tc = $21.3 * \frac{L}{5280}\left(\frac{1}{A^{0.1}S^{0.2}}\right)$

dimana : C = Koefisien Aliran Permukaan

Ln = Panjang Maksimum Lintasan air (meter)

A = Luas Catchmenth Area (km^2)

S = Kemiringan Slope DAS $\left(\frac{\Delta H}{Panj.Aliran}\right)$

2.5 Perhitungan Intensitas Hujan

Perhitungan intensitas curah hujan biasanya diperlukan sebagai bagian perumusan dalam perhitungan debit rencana menggunakan Metode Rasional. Adapun beberapa metode perhitungan yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Talbot

$$I = \frac{a'}{t + b}$$

2. Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24}\left(\frac{24}{t}\right)^{m}$$

3. Ishiguro

$$I = \frac{a}{\sqrt{t} + b}$$

dengan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Durasi hujan dalam menit (persamaan Talbot, Sherman, Ishiguro); jam Mononobe).

a', a,b,n,m = Tetapan

R24 = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm); dalam kaitan dengan kajian ini dimodifikasi menjadi curah hujan harian (mm)

2.5.1 Perhitungan Debit

Debit air merupakan ukuran banyaknya volume air yang dapat lewat dalam suatu tempat atau yang dapat di tampung dalam sutau tempat tiap satu satuan waktu. Aliran air dikatakan memiliki sifat ideal apabila air tersebut tidak dapat

dimanfaatkan dan berpindah tanpa mengalami gesekan, hal ini berarti pada gerakan air tersebut memiliki kecepatan yang tetap pada masing-masing titik dalam pipa dan gerakannya beraturan akibat pengaruh gravitasi bumi

Perhitungan debit rencana dimaksudkan adalah penetapan rencana yang berkaitan dengan kenyamanan yang akan dinikmati pemanfaatan pembangunan drainase. Kenyaman tersebut direalisasikan lewat periode ulang kejadian. Berbagai cara memperkirakan debit berdasarkan curah hujan. Dalam hal ini digunkan metode rasional.

Rumus Rasional $Q = 0{,}00278 * C_f * C * I * A$

Dimana :

Q = Debit (m3/dtk)

C_f = Koefisien Koreksi

C = Koefisien Pengaliran

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

A = Luas Daerah (ha)

2.5.2 Proses Desain

Dalam perencanaan suatu sistem manajemen drainase kawasan pada suatu kawasan berhubungan dengan bagaimana metoda penanganan genangan yang dipilih. Cara pengeringan atau pembuangan air hujan dan air kelebihan lainnya baik dipermukaan maupun didalam tanah dapat dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut :

1. Cara pengeringan dengan saluran terbuka (surface drainage)
2. Cara Pengeringan bawah permukaan (sub surface drainage)

Pemilihan metoda atau cara pengeringan didasarkan pada ;

a. Maksud dan tujuan pengeringan
b. Besarnya air yang akan dibuang
c. Luas kawasan yang akan di keringkan
d. Ketersediaan lahan untuk sarana saluran
e. Topografi dan jenis tanah permukaan

Saluran terbuka baik untuk pembuangan air berjumlah besar seperti air hujan dan air kotor buangan domestik pada kawasan yang luas, karena harus secepatnya dialirkan agar tidak menimbulkan genangan. Untuk areal tidak begitu luas seperti di lapangan olah raga, taman, halaman dapat dilakukan pengeringan dengan saluran bawah permukaan.

Untuk drainase dibawah permukaan tanah perlu dipenuhi beberapa syarat diantaranya; jenis tanah, daya serap tanah, elevasi muka air tanah, ketinggian permukaan lahan. Karena prinsipnya menurunkan muka air dalam tanah, menjaga tanah tidak terlalu basah dan atau mempertinggi daya simpan tanah.

Dalam perencanaan sistem manajemen drainase kawasan Admiralty ini digunakan kedua metode penanganan genangan yaitu dengan surface drainage dan sub surface drainage.

Infiltrasi

Pengertian Infiltrasi

Infiltrasi adalah proses aliran air (umumnya berasal dari curah hujan) masuk kedalam tanah. Perkolasi merupakan proses kelanjutan aliran air yang berasal dari infiltrasi ke tanah yang lebih dalam. Kebalikan dari infiltrasi adalah rembesan (speege). Laju maksimal gerakan air masuk kedalam tanah dinamakan kapasitas

infiltrasi. Kapasitas infiltrasi terjadi ketika intensitas hujan melebihi kemampuan tanah dalam menyerap kelembaban tanah. Sebaliknya apabila intensitas hujan lebih kecil dari pada kapasitas infiltrasi, maka laju infiltrasi sama dengan laju curah hujan.

Laju infiltrasi umumnya dinyatakan dalam satuan yang sama dengan satuan intensitas curah hujan, yaitu millimeter per jam (mm/jam). Air infiltrasi yang tidak kembali lagi ke atmosfer melalui proses evapotranspirasi akan menjadi air tanah untuk seterusnya mengalir ke sungai disekitar.

Salah satu proses yang berkaitan dengan distribusi air hujan yang jatuh ke permukaan bumi adalah infiltrasi. Infiltrasi adalah proses masuk atau meresapnya air dari atas permukaan tanah ke dalam bumi. Jika air hujan meresap ke dalam tanah maka kadar lengas tanah meningkat hingga mencapai kapasitas lapang. Pada kondisi kapasitas lapang air yang masuk menjadi perkolasi dan mengisi daerah yang lebih rendah energi potensialnya sehingga mendorong terjadinya aliran antara (*interflow*) dan aliran bawah permukaan lainnya (*base flow*). Air yang berada pada lapisan air tanah jenuh dapat pula bergerak ke segala arah (ke samping dan ke atas) dengan gaya kapiler atau dengan bantuan penyerapan oleh tanaman melalui tudung akar.

Proses infiltrasi sangat ditentukan oleh waktu. Jumlah air yang masuk kedalam tanah dalam suatu periode waktu disebut laju infiltrasi. Laju infiltrasi pada suatu tempat akan semakin kecil seiring kejenuhan tanah oleh air. Pada saat tertentu laju infiltrasi menjadi tetap. Nilai laju inilah yang kemudian disebut laju perkolasi.

Mekanisme infiltrasi melibatkan 3 proses yang tidak saling mempengaruhi:

a. proses masuknya air hujan melalui pori-pori permukaan tanah
b. tertampungnya air hujan tersebut didalam tanah
c. proses mengalirnya air tersebut ketempat lain (bawah, samping, atas)

Faktor yang Mempengaruhi Infiltrasi

Perpindahan air dari atas ke dalam permukaan tanah baik secara vertikal maupun secara horizontal disebut infiltrasi. Banyaknya air yang terinfiltrasi dalam satuan waktu disebut laju infiltrasi. Besarnya laju infiltrasi f dinyatakan dalam mm/jam atau mm/hari. Laju infiltrasi akan sama dengan intensitas hujan, bila laju infiltrasi tersebut lebih kecil dari daya infiltrasinya. Jadi $f \leq fp$ dan $f \leq I$ (Soemarto, 1999).

Infiltrasi berubah-ubah sesuai dengan intensitas curah hujan. Akan tetapi setelah mencapai limitnya, banyaknya infiltrasi akan berlangsung terus sesuai dengan kecepatan absorbsi setiap tanah. Pada tanah yang sama kapasitas infiltrasinya berbeda-beda, tergantung dari kondisi permukaan tanah, struktur tanah, tumbuh-tumbuhan dan lain-lain. Di samping intensitas curah hujan, infiltrasi berubah-ubah karena dipengaruhi oleh kelembaban tanah dan udara yang terdapat dalam tanah (Maryono, 2004).

Beberapa faktor internal dan eksternal yang mempengaruhi laju infiltrasi adalah sebagai berikut:

1. Tinggi genangan air di atas permukaan tanah dan tebal lapisan tanah yang jenuh.
2. Kadar air atau lengas tanah
3. Pemadatan tanah oleh curah hujan

4. Penyumbatan pori tanah mikro oleh partikel tanah halus seperti bahan endapan dari partikel liat
5. Pemadatan tanah oleh manusia dan hewan akibat *traffic line* oleh alat olah
6. Struktur tanah
7. Kondisi perakaran tumbuhan baik akar aktif maupun akar mati (bahan organik)
8. Proporsi udara yang terdapat dalam tanah
9. Topografi atau kemiringan lahan
10. Intensitas hujan
11. Kekasaran permukaan tanah
12. Kualitas air yang akan terinfiltrasi
13. Suhu udara tanah dan udara sekitar

Apabila semua faktor-faktor di atas dikelompokkan, maka dapat dikategorikan menjadi dua faktor utama yaitu:

1. Faktor yang mempengaruhi air untuk tinggal di suatu tempat sehingga air mendapat kesempatan untuk terinfiltrasi (*oppurtunity time*).
2. Faktor yang mempengaruhi proses masuknya air ke dalam tanah.

Selain dari beberapa factor yang menentukan infiltrasi diatas terdapat pula sifat-sifat khusus dari tanah yang menentukan dan membatasi kapasitas infiltrasi (Arsyad, 1989) sebagai berikut:

a. Ukuran pori
b. Kemantapan pori
c. Kandungan air
d. Profil tanah

Dibawah pengaruh gaya gravitasi, air hujan mengalir vertikal kedalam tanah melalui profil tanah. Dengan demikian, mekanisme infiltrasi melibatkan tiga proses yang tidak saling mempengaruhi (Asdak, 2002):

a. Proses masuknya air hujan melalui pori-pori permukaan tanah.
b. Tertampungnya air hujan tersebut di dalam tanah.
c. Proses mengalirnya air tersebut ke tempat lain (bawah, samping dan atas).

Pengukuran laju infiltrasi dapat dilakukan pada permukaan tanah, pada kedalam tertentu, pada lahan kosong atau pada lahan bervegetasi. Walaupun satuan infiltrasi serupa dengan konduktivitas hidraulik, terdapat perbedaan antara keduanya. Hal itu tidak bisa secara langsung dikaitkan kecuali jika kondisi batas hidraulik diketahui, seperti kemiringan hidraulik dan aliran air lateral atau jika dapat diperkirakan. Laju infiltrasi memiliki kegunaan seperti studi pembuangan limbah cair, evaluasi potensi lahan tanki septik, efisiensi pencucian dan drainase, kebutuhan irigasi, penyebaran air dan imbuhan air tanah, dan kebocoran saluran atau bendungan dan kegunaan lainnya (Kirkby, M.J., 1971).

Menurut Boedi Susanto (2008), laju infiltrasi berbeda menurut jenis tanahnya seperti pada tabel berikut:

Tabel 2.5. Laju Infiltrasi Menurut Jenis Tanah

Jenis Tanah	Laju Infiltrasi (mm/menit)
Tanah ringan (sandy soil)	0,212 – 0,423
Tanah sedang (loam clay, loam silt)	0,042 – 0,212
Tanah berat (clay, clay loam)	0,004 – 0,042

Sifat transmissi lapisan tanah tergantung pada lapisan-lapisan dalam tanah. Lapisan tanah dibedakan 4 horizon (Soesanto, 2008) :

a. Horizon A, yang teratas, sebagian bahan organik tanaman
b. Horizon B, merupakan akumulasi dari bahan koloidal A, ketebalan permeabilitas sangat menentukan laju infiltrasi
c. Horizon C, kadang-kadang disebut sub soil, terbentuk dari pelapukan bahan induk
d. Horizon D, merupakan bahan induk (bed rock)

Infiltrasi mempunyai arti penting terhadap beberapa hal berikut:

a. Proses limpasan (run off)
b. Pengisian lengas tanah (Soil Moisture) dan air tanah

Perhitungan Infiltrasi dan Laju Infiltrasi

Penentukan besarnya infiltrasi dapat dilakukna dengan melalui tiga cara yaitu:

a. Menentukan perbedaan volume air hujan buatan dengan volume air larian pada percobaan laboratorium menggunakan simulasi hujan buatan (metode simulasi laboratorium).
b. Menggunakan alat ring infiltrometer (metode pengukuran lapangan).
c. Teknik pemisahan hidrograf aliran dari data aliran air hujan (metode separasi hidrograf).

Singh (1989) menyajikan beberapa model infiltrasi yang telah diusulkan dan digunakan pada kebanyakan analisa hidrologi dan hidraulik yang berkaitan dengan sistem keairan. Model - model tersebut dapat dikelompokkan ke dalam dua kelas yakni: (1) model empiris, dan (2) model konseptual.

Pengukuran Infiltrasi

Infiltrasi dapat diukur dengan cara berikut:

a. Dengan infiltrometer

b. Dengan testplot

c. Lysimeter

Permiabilitas Tanah

Pengertian Permiabilitas Tanah

Permeabilitas adalah tanah yang dapat menunjukkan kemampuan tanah meloloskan air. Tanah dengan permeabilitas tinggi dapat menaikkan laju infiltrasi sehingga menurunkan laju air larian. Pada ilmu tanah, permeabilitas didefenisikan secara kualitatif sebagai pengurangan gas-gas, cairan-cairan atau penetrasi akar tanaman atau lewat. Selain itu permeabilitas juga merupakan pengukuran hantaran hidraulik tanah.hantaran hidraulik tanah timbul adanya pori kapiler yang saling bersambungan dengan satu dengan yang lain. Secara kuantitatif hantaran hidraulik jenuh dapat di artikan sebagai kecepatan bergeraknya suatu cairan pada media berpori dalam keadaan jenuh. Dalam hal ini sebagai cairan adalah air dan sebagai media pori adalah tanah. Penetapan hantaran hidraulik didasarkan pada hukum Darcy. Dalam hukum ini tanah dianggap sebagai kelompok tabung kapiler halus dan lurus dengan jari-jari yang seragam. Sehingga gerakan air dalam tabung tersebut di anggap mempunyai kecepatan yang sama.

Permeabilitas tanah adalah suatu kesatuan yang melipui infiltrasi tanah dan bermanfaat sebagai permudahan dalam pengolahan tanah, (Dede rohmat, 2009). Permeabilitas tanah memiliki lapisan atas dan bawah. Lapisan atas berkisar antara lambat sampai agak cepat (0,20 – 9,46 cm jam-1), sedangkan di lapisan bawah tergolong agak lambat sampai sedang (1,10 -3,62 cm jam-1), (N.Suharta dan B. H Prasetyo.2008).

Faktor yang mempengaruhi permeabilitas

Faktor yang mempengaruhi permiabilitas adalah:

a. Tekstur

Tekstur sangat mempengaruhi permeabilitas tanah. Hal ini dikarenakan permeabilitas itu adalah melewati tekstur tanah. Misalnya tanah yang bertekstur pasir akan mudah melewatkan air dalam tanah.

b. Struktur

Struktur juga mempengaruhi permebilitas. Semakin banyak ruang antar struktur, maka semakin cepat juga permeabilitas dalam tanah tersebut. Misalnya tanah yang berstruktur lempeng akan sulit di tembus oleh air daru pada berstruktur remah.

c. Porositas

Porositas atau ruang pori adalah rongga antar tanah yang biasanya diisi air atau udara. Pori sangat menentukan sekali dalam permeabilitas tanah, semakin besar pori dalam tanah tersebut, maka semakin cepat pula permeabilitas tanah tersebut.

d. Viskositas

Viskositas sama juga dengan kekentalan air, semakin kental air tersebut, maka semakin sulit juga air untuk menembuas tanah tersebut

e. Gravitasi

Gaya gravitasi atau gaya tarik bumi juga sangat menentukan permeabilitas tanah, karena permeabilitas adalah gaya yang masuk ke tanah menrut gaya gravitasi.

Faktor yang dipengaruhi permeabilitas

Faktor yang dipengaruhi permiabilitas antara lain adalah:

a. Drainase

Apabila permeabilitas tanah baik, maka waktu dalam pergerakan air akan semakin cepat, begitu pula sebaliknya

b. Infiltrasi

Penyerapan yang dilakukan tanah akan semakin cepat apabila drainase tanah itu baik.

c. Pengolahan

Apa bila drainase dalam tanah tersebut baik, maka pengolahan dalam tanah akan semakin mudah

d. Perkolasi

Pergerakan air dalam tanah akan baik bila drainase dalam tanah juga baik

e. Erosi

Pengikisan juga dipengaruhi oleh permebilitas, semakin baik permeabilitas dalam tanah, maka erosi akan minimum

f. Evaporasi

Evaporasi akan semakin maksimal jika permeabilitas tanah tersebut baik