

PERENCANAAN SUMUR RESAPAN GUNA MEMINIMALKAN PERUBAHAN ALIRAN AKIBAT PEMBANGUNAN PUSAT PERBELANJAAN (Studi Kasus Lippo Plaza Kota Kendari)

Uniadi Mangidi

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Haluoleo

Kampus Hijau Bumi Tridharma Anduonohu Kendari 93721

uniadi05@yahoo.com

Abstract

Increasing population and man made infrastructure development result in massive land use changes which is currently marked by converting green open spaces with lots of trees to unpaved surfaces, such as residential and industries. The impact of such changes has been clearly seen by the increase of annual surface runoff and stream leading to flooding in rainy season and reduced water availability during dry season. To anticipate the enhanced consequences. One of the promising strategic measures to handle the today's and future problem is through constructing absorption wells. This research aims to calculate the number of wells and the dimension needed to absorb the expected rainfall so that the increase of runoff leading to flood would be minimized.

From the result, it is found that with the area of Lippo Mall Kendari around 11.848,25 m² and unpaved area 9.051,4 m² the stormwater can be produced is around 0,028 m³/detik. Then it will be discharged through pipe going to the absorption wells with the total depth is 114,13 m. Considering the too high deep that could be costly to build, the wells will be placed on serial and connected order within nine (9) wells with 8 m height and 1,5 m diameter. The number of wells needed to collect those discharge is around 15 wells and will be distributed around the building. As a result, using those measures, there is a significant reduction in discharge as 0,214 m³/detik atau 77.26 %

Abstrak

Pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang cepat menyebabkan perubahan tata guna lahan. Banyak lahan-lahan yang semula berupa lahan terbuka dan/atau hutan berubah menjadi areal permukiman maupun industri. Dampak dari perubahan tata guna lahan tersebut adalah meningkatnya aliran permukaan langsung sekaligus menurunnya air yang meresap ke dalam tanah. Akibat selanjutnya distribusi air yang makin timpang antara musim penghujan dan musim kemarau, debit banjir dan ancaman kekeringan yang makin meningkat. Salah satu strategi atau cara pengendalian air, baik mengatasi banjir atau kekeringan adalah melalui sumur resapan. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung jumlah, ukuran dan lay out sumur resapan yang optimal sehingga perubahan sirkulasi air yang berpotensi menyebabkan banjir akibat pembangunan pusat perbelanjaan dapat diminimalkan.

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa dengan luas Kawasan Lippo Plaza Kendari seluas 11.848,25 m² dengan luas atap sebesar 9.051,4 m² and menghasilkan air hujan dengan debit aliran sebesar 0,028 m³/detik. Air tersebut akan dialirkan melalui talang menuju ke sumur resapan, dengan kedalaman air total yang dibutuhkan sebesar 114,13 m. Karena kedalaman air di dalam sumur cukup tinggi, maka sumur resapan dibuat dengan sistem seri, dimana sumur resapan disusun secara sejajar dan saling berhubungan untuk tiap-tiap lokasi penempatan secara kelompok. Jumlah sumur yang dibutuhkan pada Kawasan Lippo Plaza Kendari tersebut adalah 15 buah sumur resapan dengan kedalaman 8 meter dan diameter 1,5 meter. Untuk air hujan yang masuk ke saluran drainase memiliki debit sebesar 0,063 m³/detik. Sehingga terjadi pengurangan debit sebesar 0,214 m³/detik atau 77.26 %. Lokasi penempatan sumur resapan yaitu 6 buah sumur resapan berada sejajar dengan jalan beringin dan 9 buah berada di jalan MT. Haryono, depan MALL.

Kata Kunci : Sumur resapan, debit, Mall

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dan pembangunan yang begitu cepat menyebabkan perubahan tata guna lahan. Banyak lahan-lahan yang semula berupa lahan terbuka dan/atau hutan berubah menjadi areal permukiman maupun industri. Hal ini tidak hanya terjadi di kawasan perkotaan, namun sudah merambah ke kawasan budidaya dan kawasan lindung, yang berfungsi sebagai daerah resapan air. Dampak dari perubahan tata guna lahan tersebut adalah meningkatnya aliran permukaan langsung sekaligus menurunnya air yang meresap ke dalam tanah. Akibat selanjutnya distribusi air yang makin timpang antara musim penghujan dan musim kemarau, debit banjir dan ancaman kekeringan yang makin meningkat.

Salah satu strategi atau cara pengendalian air, baik mengatasi banjir atau kekeringan adalah melalui sumur resapan. Sumur resapan ini merupakan upaya memperbesar resapan air hujan ke dalam tanah dan memperkecil aliran permukaan sebagai penyebab banjir. Konsep dasar sumur resapan pada hakekatnya adalah memberi kesempatan dan jalan bagi air hujan yang jatuh di atas suatu lahan 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 kemudian diteruskan ke laut. Sumur resapan ini merupakan sumur kosong dengan kapasitas 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.

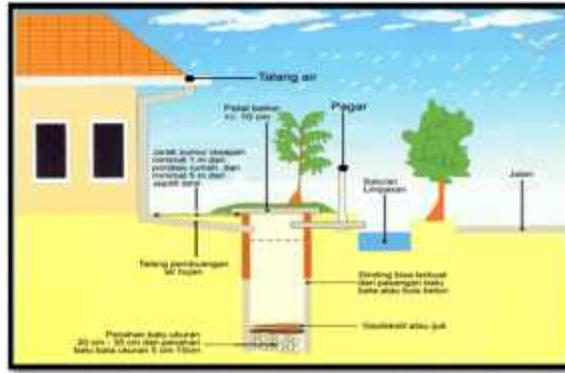
Sebagai salah satu kota yang sedang berkembang pesat Kota Kendari ditandai dengan makin maraknya pembangunan pusat perbelanjaan, salah satunya pembangunan Lippo Plaza di pusat keramaian kota. Pembangunan ini tentu saja akan berdampak pada keadaan lingkungan setempat, terutama siklus pengaliran air. Ditambah lagi masyarakat sekitar yang menolak pengalihan aliran ke lingkungan warga, sehingga kondisi drainase hanya mengaktifkan satu saluran pembuangan saja. Akibatnya aliran limpasan air hujan tersebut harus dialirkan ke drainase yang ada di bahu jalan raya. Kondisi drainase ini akan berpotensi terjadinya banjir apabila terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi. Oleh karena itu, satu-satunya cara yang dapat dioptimalkan dengan membangun sumur resapan,.

TINJAUAN PUSTAKA

Sumur Resapan Dangkal

Sumur resapan adalah sumur yang dibuat sebagai tempat penampungan air hujan berlebih agar memiliki waktu dan ruang untuk meresap ke dalam tanah melalui proses infiltrasi. (Suripin, 2004). Penggunaan sumur resapan memberikan banyak keuntungan terutama sebagai usaha konservasi air tanah yang dapat menekan intrusi air laut terutama daerah yang berdekatan dengan pantai. Semakin banyak air yang diresapkan, limpasan permukaan menjadi semakin berkurang sehingga menurunkan potensi terjadinya genangan/banjir. Manfaat lain yang diharapkan dari sumur resapan adalah mencegah terjadinya penurunan muka tanah (*land subsidence*), dimana tanah menjadi turun (*ambles*) akibat pori-pori tanah yang semula diisi oleh air menjadi hampa dengan udara akibat penurunan muka air tanah. Hal ini terjadi apabila dilakukan pengambilan air tanah secara besar-besaran tanpa melakukan konservasi terhadap air tanah.

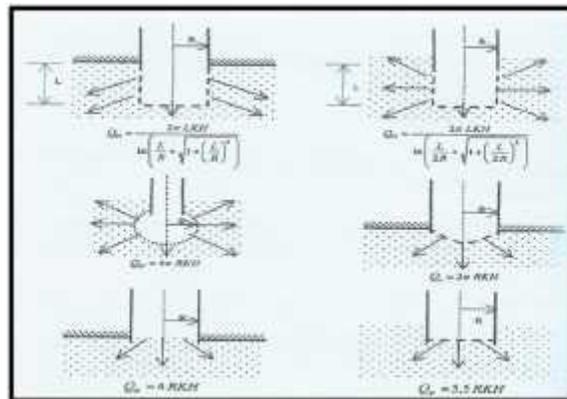
Perancangan dimensi sumur resapan dilakukan berdasarkan prinsip keseimbangan air/kontinuitas antara air yang masuk ke dalam sumur dengan air yang meresap ke dalam tanah. Salah satu pemanfaatan sumur resapan ini dapat dilakukan untuk pekarangan rumah.



Gambar 1. Ilustrasi sumur resapan untuk rumah (Sumber : Suripin, 2004)

Ukuran atau dimensi sumur yang diperlukan untuk suatu lahan atau kapling sangat bergantung dari beberapa faktor sebagai berikut :

1. Luas permukaan penutupan, yaitu lahan yang airnya akan ditampung dalam sumur resapan, meliputi luas atap, lapangan parkir, 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. Demikian pula sebaliknya.



Gambar 2. Debit resapan sumur dengan berbagai kondisi (Sumber : Bouilliot, 1976; dalam Sunjoto, 1988)

Beberapa metode untuk mendimensi sumur resapan, beberapa diantaranya adalah sebagai berikut :

1. Metode Sunjoto (1988)

Persamaan yang diajukan Sunjoto (1988) untuk menghitung dimensi kedalaman sumur resapan dari beberapa parameter yang diketahui adalah sebagai berikut :

$$H = \frac{Q}{FK} \left(1 - e^{-\frac{FKT}{\pi R^2}} \right)$$

dengan :

- H = Tinggi muka air dalam sumur (m)
- F = Faktor geometrik (m)
- K = Koefisien permeabilitas tanah (m/dtk)
- T = Waktu pengaliran (detik)
- R = Jari-jari sumur (m)
- Q = Debit air masuk ke sumur, dimana $Q = C I A$ (m³/jam)
- C = Koefisien limpasan (*run-off*)
- I = Intensitas hujan (m/jam)
- A = Luas kawasan (m²)

Faktor geometrik tergantung pada berbagai keadaan dan secara umum dapat dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$Q_0 = F K H$$

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

2. Metode PU

Metode PU menyatakan bahwa dimensi atau jumlah sumur resapan air hujan yang diperlukan pada suatu lahan pekarangan ditentukan oleh curah hujan maksimum, permeabilitas tanah dan luas bidang tanah, yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$H = \frac{D.I.A_t - D.k.A_s}{A_s + D.K.P}$$

dengan :

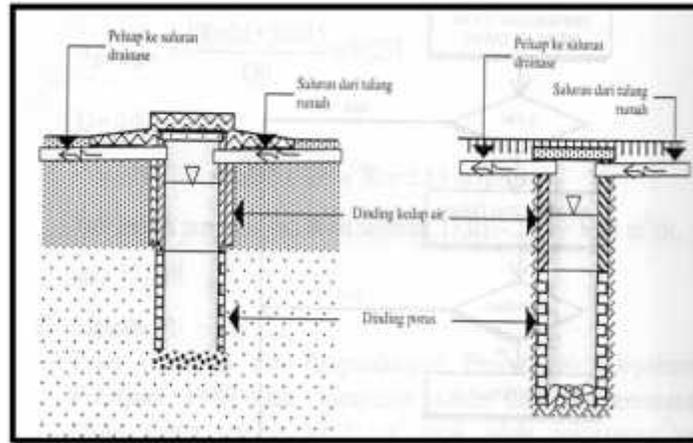
- D = Durasi hujan (jam)
- I = Intensitas hujan (m/jam)
- A_t = Luas tadah hujan (m²), dapat berupa atap rumah atau permukaan tanah yang diperkeras
- k = Permeabilitas tanah (m/jam)
- P = Keliling penampang sumur (m)
- A_s = Luas penampang sumur (m²)
- H = Kedalaman sumur (m)

Perencanaan sumur resapan berdasarkan standar PU mengikuti ketentuan dimana tinggi muka air tanah harus lebih besar dari 3 meter dan permeabilitas tanahnya lebih besar dari 2 cm/jam. Apabila ketentuan tersebut tidak memenuhi maka sumur resapan diganti dengan sistem penampungan air hujan terpusat seperti embung dan waduk.

Konstruksi Sumur Resapan

Bahan-bahan yang diperlukan untuk sumur resapan meliputi :

1. Saluran pemasukan/pengeluaran dapat menggunakan pipa besi, pipa pralon, buis beton, pipa tanah liat, atau dari pasangan batu.
2. Dinding sumur dapat menggunakan anyaman bambu, drum bekas, tangki fiberglass, 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 3. Salah satu contoh konstruksi sumur resapan
(Sumber : Suripin, 2004)

Persyaratan Umum Sumur Resapan

Sekalipun sumur resapan banyak mendatangkan manfaat, namun pembuatannya harus memperhatikan syarat-syarat yang diperlukan untuk mendapatkan hasil yang optimal. Adapun persyaratannya adalah sebagai berikut:

1. Sumur resapan air hujan dibuat pada lahan yang lolos air dan tahan longsor.
2. Sumur resapan air hujan harus bebas kontaminasi/pencemaran limbah.
3. Air yang masuk sumur resapan adalah air hujan.
4. Untuk daerah sanitasi lingkungan buruk, sumur resapan air hujan hanya menampung dari atap dan disalurkan melalui talang.
5. Mempertimbangkan aspek hidrogeologi, geologi dan hidrologi.

Untuk 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.

Tabel 1. Jarak minimum sumur resapan dengan bangunan lainnya

Bangunan/obyek yang ada	Jarak minimal dengan sumur resapan (m)
Bangunan/rumah	3,0
Batas pemilikan lahan/kapling	1,5
Sumur untuk air minum	10,0
Septik tank	10,0
Aliran air (sungai)	30,0
Pipa air minum	3,0
Jalan umum	1,5
Pohon besar	3,0

Sumber : Cotteral and Norris dalam Suripin, 2004.

Untuk memberikan hasil yang baik, serta tidak menimbulkan dampak negatif, penempatan sumur resapan harus memperhatikan kondisi lingkungan setempat. Penempatan sumur resapan harus memperhatikan letak septik tank, sumur air minum, posisi rumah, dan jalan umum. Sumur resapan air hujan perlu diperiksa secara periodik setiap 6 bulan sekali untuk menjamin kontinuitas operasi sumur resapan.

Perencanaan Praktis Sumur Resapan

Untuk memasyarakatkan sumur resapan ini, maka tiap-tiap daerah perlu membuat peta sumur resapan, yang memuat data tanah, kedalaman air tanah dan sekaligus dimensi sumur untuk tiap satuan luas lahan.

Tabel 2. Volume sumur resapan pada tanah dengan permeabilitas rendah

No.	Luas (M ²)	Volume Resapan Ada Saluran Drainase Sebagai Pelimpahan=V1 (M ³)	Volume Sumur Resapan Tanpa Ada Saluran Drainase Sebagai Pelimpahan=V2 (M ³)
1	50	1,3-2,1	2,1-4
2	100	2,6-4,1	4,1-7,9
3	150	3,9-6,2	6,2-11,9
4	200	5,2-8,2	8,2-15,8
5	300	7,8-12,3	12,3-23,4
6	400	10,4-16,4	16,4-31,6
7	500	13-20,5	20,5-39,6
8	600	15,6-24,6	24,6-47,4
9	700	18,2-28,7	28,7-55,3
10	800	20,8-32,8	32,8-63,2
11	900	23,4-36,8	36,8-71,1
12	1000	26-41	41-79

Sumber : SK. Gub. No.17 th. 1992 dalam Suripin, 2004.

Prinsip Sumur Resapan

Pengimbuhan sumur akan lebih praktis apabila terdapat akuifer tertekan yang dalam dan perlu untuk diimbukan, atau pada suatu kawasan kota yang memiliki lahan yang sempit/terbatas.

Untuk akuifer bebas memenuhi persamaan :

$$Q = \frac{\pi \cdot K (h_w - h_0)^2}{\ln\left(\frac{r_0}{r_w}\right)}$$

Sementara untuk akuifer tertekan memenuhi persamaan :

$$Q = \frac{\pi \cdot K (h_w - h_0)}{\ln\left(\frac{r_0}{r_w}\right)}$$

dengan :

Q = Debit aliran (m³/detik)

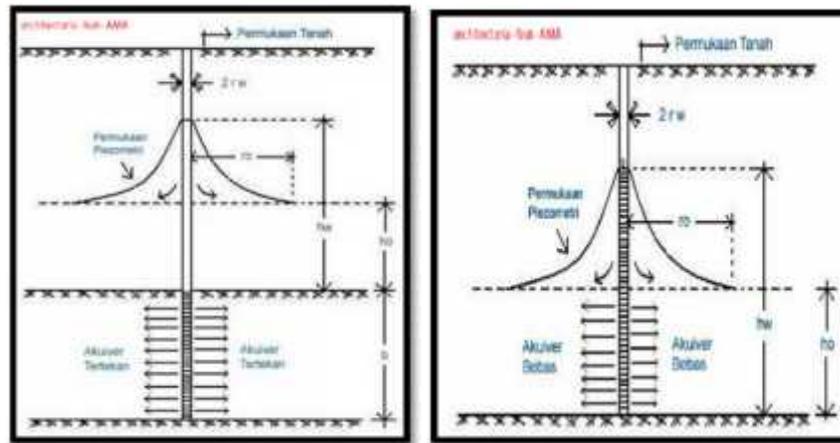
K = Koefisien permeabilitas tanah (m/detik)

r_w = Jari-jari sumuran (m)

r₀ = Jari-jari pengaruh aliran (m)

h₀ = Tinggi muka air tanah (m)

h_w = Tinggi muka air setelah imbuhan (m)



Gambar 4. Proses air imbuhan masuk ke dalam akuifer bebas dan akuifer tertekan
(Sumber : Kusnaedi, 2000; dalam Civiliana, 2012)

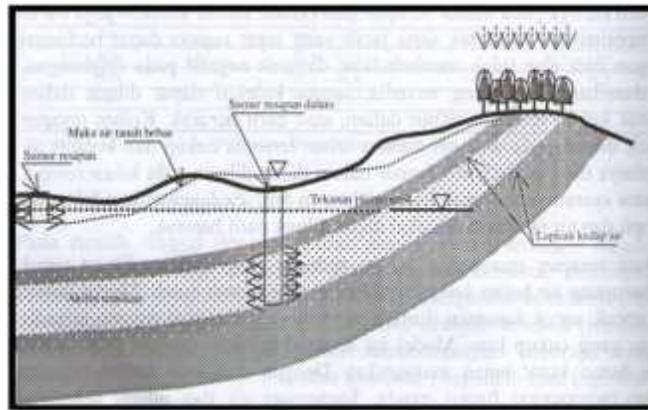
Sumur Resapan Kolektif

Pada rumah tinggal dengan ukuran kapling yang terbatas, misalnya kompleks perumahan sederhana atau sangat sederhana, penempatan sumur resapan yang memenuhi syarat akan mengalami kesulitan. Untuk mengatasi hal ini maka perlu dibuat sumur resapan kolektif (bersama), dimana satu sumur resapan kolektif dapat melayani beberapa rumah. Untuk menjamin air mengalir dengan lancar, maka sumur resapan kolektif sebaiknya diletakkan pada lahan yang paling rendah diantara kawasan yang dilayani.

Seperti halnya pada sumur resapan individual, sumur kolektif juga harus memperhatikan tata letak serta jarak yang tepat supaya dapat berfungsi dengan baik dan tidak menimbulkan dampak negatif pada lingkungan. Berdasarkan lahan yang tersedia, sumur kolektif dalam dibuat dalam bentuk kolam resapan, sumur dalam, atau parit berorak. Kolam resapan cocok dibuat pada wilayah dimana lahan tersedia cukup dan kondisi air tanahnya dangkal (< 5 m). Sumur dalam dapat dibuat pada lahan sempit, namun syaratnya air tanah harus dalam (> 5 m). sedangkan jika lahannya sempit dan air tanahnya dangkal dapat dibuat parit berorak.

Sumur Resapan Dalam

Pada prinsipnya sumur resapan dalam berfungsi sama dengan sumur resapan dangkal. Perbedaan pokoknya adalah bahwa sumur ini diarahkan untuk mengisi air pada akuifer tertekan yang biasanya terletak jauh di bawah permukaan tanah. Pada daerah yang tidak layak untuk pembuatan sumur resapan dangkal karena muka air tanah bebasnya sangat tinggi, sementara tekanan piezometrik akuifer tertekan relatif rendah, maka dapat dicoba dengan sumur resapan dalam. Muka air rendah disebabkan oleh aktifitas pengambilan (pemompaan air tanah) yang tidak terkendali sehingga muka air mengalami penurunan. Sumur resapan dangkal cocok untuk daerah dengan muka air tanah bebas rendah (jauh di bawah muka tanah). Sedangkan sumur resapan dalam cocok untuk daerah dengan tekanan piezometrik akuifer tertekan rendah, sementara muka air tanah bebasnya sangat dekat atau bahkan berada pada permukaan tanah akibat genangan.



Gambar 5. Penempatan sumur resapan dangkal dan dalam
(Sumber : Suripin, 2004)

Kapasitas Sumur Resapan Dalam

Kapasitas sumur resapan dalam dapat didekati dengan persamaan dasar yang dikembangkan dari percobaan Darcy, yang menyatakan bahwa kapasitas akuifer untuk meloloskan air tergantung pada permeabilitas lapisan akuifer, tebal akuifer, dan beda *potensiomotrik head*. Secara matematis kapasitas sumur dalam dapat ditulis dalam bentuk :

$$Q = \frac{2\pi KB (h_2 - h_1)}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}$$

Jika tidak menggunakan sumur pantau, persamaan tersebut dapat ditulis dalam bentuk lain menjadi :

$$Q = \frac{2\pi.K.B.H}{\ln\left(\frac{B}{r}\right)}$$

dengan :

Q = Debit (m³/detik)

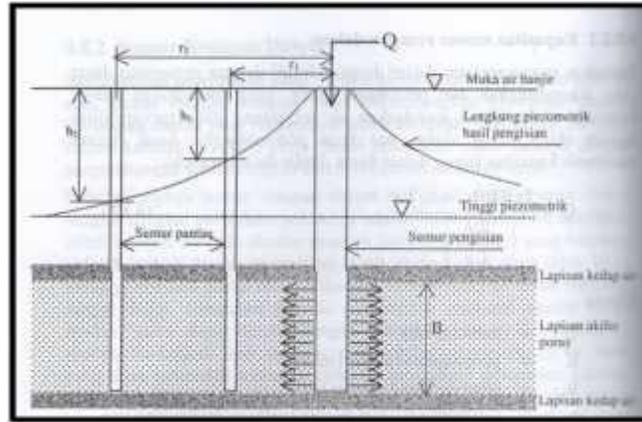
K = Permeabilitas akuifer (m/detik)

B = Tebal *confined* akuifer (m)

h₁, h₂ = Ketinggian *potensiomotrik surface* sumur pantau (m)

r₁, r₂ = Jarak sumur pantau terhadap pusat sumur pengisian (m)

r = Jari-jari pipa (m)

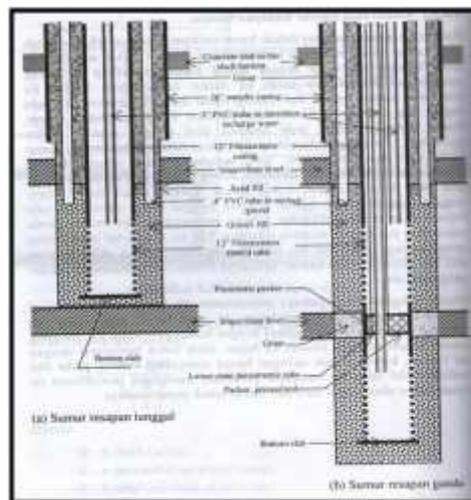


Gambar 6. Sumur resapan dalam
(Sumber : Suripin, 2004)

Konstruksi Sumur Resapan Dalam

Konstruksi sumur resapan dalam harus mampu menahan tekanan tanah yang cukup besar mengingat kedalamannya. Sumur bagian atas (lapisan tanah dengan muka air bebas) dibuat konstruksi kedap air untuk menghindari resapan air tanah ke dalam sumur. Pada bagian ini konstruksi sumur terbuat dari *casing* metal dengan diameter 36” pada bagian luar dan *casing fibrocement* diameter 12” pada dinding dalam. Ruang diantara kedua pipa tersebut diisi dengan adukan semen (*grouting*). Pada bagian bawah (pada lapisan tertekan) konstruksi sumur terdiri dari pipa *fibrocement* yang berlubang-lubang sebagai dinding dalam, dinding luarnya berupa tanah. Ruang antaranya diisi dengan koral atau pasir kasar. Sumur resapan dalam dapat dibuat tunggal maupun ganda. Sumur resapan tunggal hanya menembus satu lapisan akuifer tertekan, sedangkan sumur resapan ganda menembus dua lapisan tertekan. Dalam hal yang kedua, pengisian juga terdiri dari dua pipa, masing-masing untuk akuifer tertekan atas dan akuifer tertekan bawah, keduanya dibatasi oleh *pneumatic packer* yang rapat air.

Untuk menghindari terjadinya pencemaran air tanah, maka air yang dimasukkan ke dalam sumur harus air yang bersih saja. Untuk itu konstruksi sumur perlu dilengkapi dengan kolam penyaring air. Air yang masuk kolam saringan khusus air hujan, tidak boleh bercampur dengan air limbah., karena kolam saringan hanya menyaring kotoran padat dan sedimen.

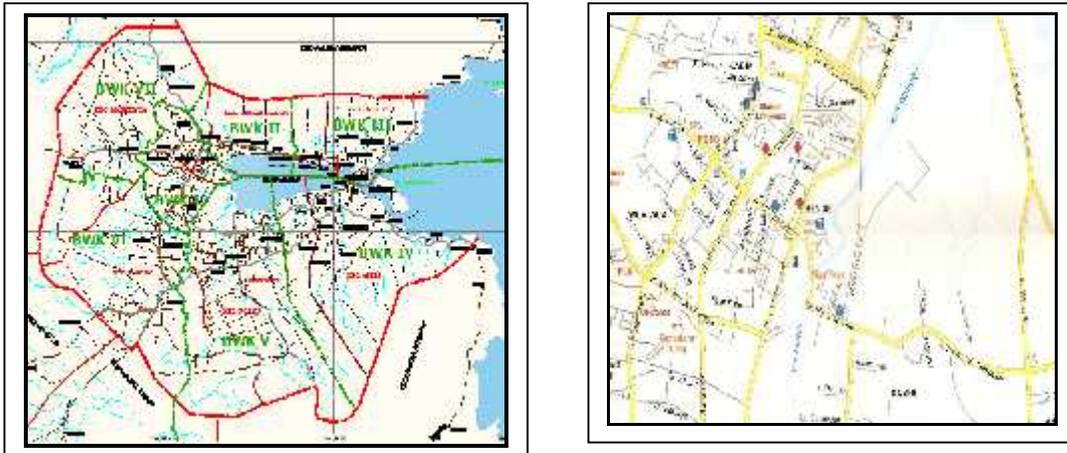


Gambar 7. Konstruksi sumur resapan dalam tunggal (a) dan ganda (b)
(Sumber : Suripin, 2004)

METODOLOGI

Lokasi Studi

Penelitian ini akan dilakukan di kelurahan bende Kecamatan kadia, Kab. Kota, Provinsi Sulawesi Tenggara. Lokasi pembangunan sangat strategis dan terletak di jantung kota kendari. Namun demikian lingkungan sekitar lokasi merupakan daerah padat penduduk, sehingga sangat rentan terhadap keluhan masyarakat. Oleh karena itu, pembangunan beberapa infrastruktur keairan sangat penting dan mendesak untuk direncanakan dengan baik.



Gambar 8. Lokasi Pembangunan Mall Lippo Plaza

Pengumpulan Data

Data yang diperlukan untuk penelitian ini diperoleh melalui pengamatan langsung (data Primer) dan juga berasal dari instansi terkait dan laporan – laporan sebelumnya (data sekunder). Adapun data-data yang dimaksud adalah: topografi, lama dan tinggi genangan, kondisi lingkungan, debit aliran, karakteristik tanah, peta dasar.

Data hujan

Salah satu bagian data yang sangat mendukung perencanaan ini adalah pengumpulan data hidrologi dan hidrometri, seperti data curah hujan harian, baik curah hujan harian, bulanan, hujan maksimum 1 hari maupun curah hujan efektif. Curah hujan harian maksimum diperlukan untuk analisis limpasan atau analisis banjir (modul drainase), merupakan beban limpasan hujan yang harus dibuang.

Data Tanah

Data kondisi tanah, jenis tanah serta karakteristik tanah merupakan data yang cukup penting mengingat akan mempengaruhi pemilihan desain sumur resapan. Data ini diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan dan selanjutnya dilakukan uji penyelidikan tanah di laboratorium uji tanah dari konsultan perencana yaitu PT. Geostran Rekacipta Kebon Jeruk Baru Jakarta Barat. Data ini selanjutnya divalidasi dengan menggunakan data tanah yang pernah tercatat di Laboratorium Mekanika Tanah, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Haluoleo

Data topografi dan lingkungan

Data ini sangat penting dalam memberikan informasi elevasi kontur (perbedaan muka tanah) di sekitar lokasi, sehingga dapat diketahui sistem pengaliran air ketika musim hujan.

Data ini diperoleh dari pengukuran langsung dengan menggunakan alat ukur tanah, Laboratorium Survei dan Pengukuran, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Haluoleo.

Analisa Data

Dalam perencanaan suatu proyek/bangunan, peran data sangat menentukan karena tanpa data yang lengkap akan menghambat jalannya pekerjaan yang akan dilakukan. Langkah selanjutnya yaitu menganalisis data tersebut. Untuk merencanakan bangunan sumur resapan, tahapan-tahapan yang dilakukan yakni :

1. Analisis curah hujan
Analisis terhadap curah hujan dimaksudkan untuk menghitung intensitas curah hujan maksimum pada periode ulang tertentu. Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan rumus Dr. Mononobe.
2. Analisis debit aliran
Analisis debit aliran dilakukan untuk mengetahui debit aliran yang masuk ke saluran drainase tanpa maupun dengan sumur resapan dengan menggunakan rumus rasional.
3. Analisis kedalaman sumur resapan
Perhitungan tinggi muka air dalam sumur dimaksudkan untuk menentukan kedalaman sumur resapan. Tinggi muka air dapat dihitung dengan menggunakan metode Sunjoto (1988).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Curah Hujan

Hasil analisis data curah hujan maksimum 10 tahun dari data stasiun penakar hujan pos Wua-Wua pada koordinat 03°59'59,8"LS-122°29'37,8"BT tersaji pada tabel berikut

Tabel 3. Data curah hujan harian maksimum tahun 2002-2011

No	Tahun	R24 maks (mm)	(Ri - Rrerata)^2
1	2002	69	121.6609
2	2003	67	81.5409
3	2004	62	16.2409
4	2005	63	25.3009
5	2006	48	99.4009
6	2007	42	255.0409
7	2008	42	255.0409
8	2009	94	1298.1609
9	2010	54.5	12.0409
10	2011	38.2	390.8529
	=	579.7	2555.281

Sumber : Hasil analisa

Analisis Debit Saluran

1. Hujan rencana, direncanakan periode ulang 2 tahun untuk saluran tersier.
 - a. Hujan harian rata-rata

$$\begin{aligned}
 R_{\text{rerata}} &= \frac{\sum_{i=1}^n Ri}{n} \\
 &= \frac{579,7}{10} \\
 &= 57,97 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Hujan harian rata-rata untuk curah hujan tahun 2002 sampai dengan 2011 sebesar 57,97 mm.

b. Standar Deviasi

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R)^2}{n-1}}$$

$$= \sqrt{\frac{2555,281}{10-1}}$$

$$= 16,85$$

c. Faktor Frekuensi untuk Periode Ulang 2 Tahun

$$K = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left(0,5772 + \ln \ln \frac{1}{1-1} \right)$$

$$= -\frac{\sqrt{6}}{3,14} \left(0,5772 + \ln \ln \frac{1}{2-1} \right)$$

$$= -0,16$$

d. Hujan Rencana

$$R_2 = R_{\text{rata}} + K \cdot S_d$$

$$= 57,97 + (-0,16 \cdot 16,85)$$

$$= 55,274 \text{ mm}$$

Hujan rencana untuk periode ulang 2 tahun diperoleh sebesar 55,274 mm.

2. Waktu Konsentrasi

Dari data lapangan diperoleh :

Panjang saluran terjauh (L) = 166,207 m = 0,166 km.

Kemiringan dasar saluran (S) = 1 %

$$T_c = 0,06628 \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}}$$

$$= 0,06628 \frac{0,166^{0,77}}{0,01^{0,385}}$$

$$= 0,098 \text{ jam}$$

Waktu konsentrasi (T_c) yang diperlukan air untuk mengalir ketempat pengukuran atau titik kontrol sebesar 0,098 jam.

3. Intensitas hujan

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

$$= \frac{55,274}{24} \left(\frac{24}{0,098} \right)^{\frac{2}{3}}$$

$$= 90,15 \text{ mm/jam}$$

Intensitas hujan adalah laju hujan atau tinggi air per satuan waktu. Intensitas hujan yang diperoleh sebesar 90,15 mm/jam.

4. Koefisien aliran

$$\text{Luas lahan} = 11.848,25 \text{ m}^2 = 0,012 \text{ km}^2$$

Komposisi Lahan :

$$\text{Luas Atap} = 9.051,4 \text{ m}^2$$

$$\begin{array}{l} \blacksquare \text{ Atap pelana} = 4082,625 \text{ m}^2 \quad C = 0,95 \\ \blacksquare \text{ Atap beton} = 4968,775 \text{ m}^2 \quad C = 0,90 \end{array}$$

$$\text{Luas Lapangan Parkir} = 2.796,85 \text{ m}^2 \quad C = 0,90$$

$$C = \frac{(4082,625 \cdot 0,95) + (4968,775 \cdot 0,90) + (2.796,85 \cdot 0,90)}{11.848,25} = 0,92$$

Nilai koefisien aliran (C) berkisar antara 0 sampai dengan 1 dan bergantung dari jenis tanah, jenis vegetasi, karakteristik tata guna lahan dan konstruksi yang ada dipermukaan tanah seperti atap dan lapangan parkir.

5. Debit saluran tanpa sumur resapan

$$Q = 0,278 \text{ C.I.A}$$

$$= 0,278 \cdot 0,92 \cdot 90,15 \cdot 0,012$$

$$= 0,277 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Besarnya debit yang mengalir ke saluran drainase yaitu sebesar 0,277 m³/detik.

Analisis Kedalaman Sumur Resapan

Dalam analisis dimensi sumur resapan, air hujan yang diperhitungkan masuk ke dalam air tanah adalah air hujan yang jatuh melalui atap bangunan saja, sedangkan air hujan yang jatuh pada permukaan tanah, jalan dan fasilitas umum lainnya tidak diperhitungkan peresapannya, karena bila di alirkan ke dalam sumur maka partikel tanah akan masuk ke dalam sumur sehingga akan mengganggu fungsi sumur resapan.

▪ Air Hujan dari Atap yang masuk ke Sumur Resapan

1. Intensitas Hujan

Asumsi lamanya hujan dominan $T_d = 2 \text{ jam} = 7200 \text{ detik}$.

$$\begin{aligned} I &= \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{T_d} \right)^{\frac{2}{3}} \\ &= \frac{55,274}{24} \left(\frac{24}{2} \right)^{\frac{2}{3}} \\ &= 12,07 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

Apabila durasi hujan (T) lebih besar dari waktu konsentrasi (Tc) maka intensitas hujan yang terjadi semakin kecil. Begitu pula sebaliknya apabila waktu konsentrasi (Tc) lebih kecil dari durasi hujan (T) maka intensitas hujan semakin besar. Intensitas hujan pada kawasan Lippo Plaza Kendari dengan luas lahannya 11.848,25 m² yaitu sebesar 90,15 mm/jam, sedangkan untuk intensitas hujan yang terjadi pada sumur resapan sebesar 12,07 mm/jam. Hal ini dipengaruhi oleh durasi hujan (T) atau waktu konsentrasi (Tc).

2. Koefisien pengaliran

Atap pelana	= 4082,625 m ²	C = 0,95
Atap beton	= 4968,775 m ²	C = 0,90

$$C = \frac{(4082,625 \cdot 0,95) + (4968,775 \cdot 0,90)}{9.051,4}$$

$$= 0,923$$

3. Debit

$$Q = 0,278 \text{ C.I.A}$$

$$= 0,278 \cdot 0,923 \cdot 12,07 \cdot 0,0091$$

$$= 0,028 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Debit maksimum terjadi saat waktu konsentrasi (Tc) yaitu setelah aliran dari tempat yang paling jauh dengan aliran dari bagian lain-lainnya bersama-sama sampai ke tempat pengukuran dan aliran langsung kembali mengecil setelah hujan berhenti. (Wesli, 2008). Apabila durasi hujan (T) lebih besar dari waktu konsentrasi (Tc), maka debit akan konstan sebesar debit maksimum sampai hujan berhenti dan kemudian aliran mengecil kembali. Debit aliran untuk kawasan Kendari Mall 0,277 m³/detik sedangkan untuk debit air yang berasal dari atap ke sumur resapan sebesar 0,028 m³/detik. Hal ini dipengaruhi oleh intensitas hujan dan luasan. Semakin besar intensitas hujan dan luas lahan maka semakin besar pula debit yang dihasilkan.

4. Faktor Geometrik

Asumsi diameter sumur (D) = 1,5 m

$$R = 0,75 \text{ m}$$

$$F = 5,5 R$$

$$= 5,5 \cdot 0,75$$

$$= 4,125 \text{ m}$$

Untuk faktor geometrik direncanakan untuk kondisi dimana arah resapan air yang berada di sumur resapan berada pada dasar sumur.

5. Kedalaman Sumur Resapan

Dari data sekunder penyelidikan tanah diperoleh jenis tanah lempung maka koefisien permeabilitas tanah (K) = 10⁻⁸ m/detik. Maka kedalaman sumur adalah sebagai berikut :

$$H = \frac{Q}{FK} \left(1 - e^{-\frac{FKT}{TR^2}} \right)$$

$$H = \frac{0,028}{4,125 \cdot 10^{-8}} \left(1 - e^{-\frac{4,125 \cdot 10^{-8} \cdot 7200}{3,14 \cdot 0,75^2}} \right)$$

$$H = 114,13 \text{ m}$$

Dari data penyelidikan tanah yang diperoleh dari PT. Geostran Rekapipta Kebon Jeruk Baru Jakarta Barat, untuk kedalaman sekitar 8 meter berupa silt lempung dengan konsistensi medium sampai stiff dan seterusnya hingga kedalaman 18 meter dijumpai lapisan silt lempung very stiff.

Koefisien permeabilitas tanah berkisar antara 10⁻⁶ – 10⁻⁹ cm/detik. Adapun koefisien permeabilitas tanah yang digunakan adalah nilai yang terbesar yaitu 10⁻⁶ cm/detik, jika dikonversi akan menjadi 10⁻⁸ m/detik. Digunakan koefisien permeabilitas tanah yang terbesar karena secara otomatis koefisien yang terkecil sudah termasuk dalam koefisien terbesar tersebut.

- Air hujan yang masuk saluran drainase
 Air yang berasal dari lapangan parkir :
 Dik : koefisien aliran (C) = 0,90
 Luas lapangan parkir = 2.796,85 m² = 0,0028 km²
 Debit aliran :
 $Q = 0,278.C.I.A$
 $= 0,278 \cdot 0,90 \cdot 90,15 \cdot 0,0028$
 $= 0,063 \text{ m}^3/\text{detik}$
 Sehingga terjadi pengurangan debit sebesar :
 $Q = 0,277 - 0,063 = 0,214 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau 77,26 %.

Jumlah Sumur Resapan

Untuk menghitung jumlah sumur resapan yang dibutuhkan untuk menampung kedalaman air di dalam sumur sebesar 114,13 m yaitu dengan cara direncanakan kedalaman setiap satu sumur resapan sebesar 8 meter. Direncanakan kedalaman 8 meter karena berdasarkan data penyelidikan tanah yang diperoleh dari PT. Geostran Rekacipta Kebon Jeruk Baru Jakarta Barat, bahwa tinggi muka air tanah berada pada kedalaman sekitar 9,5 meter dari permukaan tanah. Sehingga disisakan sekitar 1,5 meter untuk mengantisipasi apabila terjadi hujan ekstrim. Maka jumlah sumur resapan yaitu :

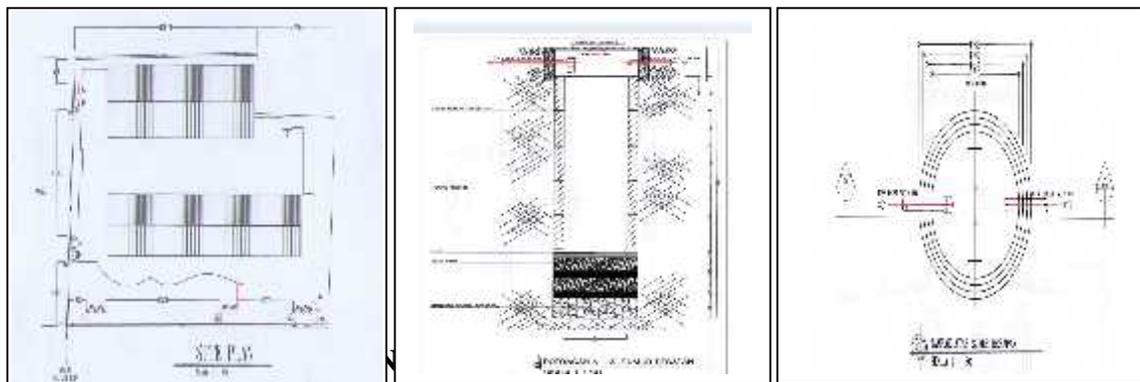
$$= 114,13 : 8 = 14,266 \quad 15 \text{ buah.}$$

Sehingga untuk perencanaan sumur resapan pada Kawasan Lippo Plaza Kendari dibutuhkan 15 buah sumur resapan dengan diameter 1,5 meter dan kedalaman 8 meter.

Lokasi Penempatan Sumur Resapan

Penempatan sumur resapan yaitu 6 buah berada sejajar dengan jalan Beringin dan 9 buah berada pada jalan MT.Haryono. Pemilihan lokasi ini dikarenakan letak saluran drainase yang berdekatan sehingga dua tempat ini lebih cocok untuk ditempatkan sumur resapan dibandingkan dengan lokasi bagian belakang maupun yang sejajar dengan jalan KNPI.

Untuk konstruksi Sumur Resapan, dinding konstruksi dapat direncanakan dari bahan batu bata atau dapat juga terbuat dari buis beton. Konstruksi sumur resapan dilengkapi dengan pipa inlet PVC diameter 150 mm dan pipa outlet PVC diameter 150 mm yang diarahkan ke saluran drainase. Pada bagian bawah konstruksi diisi dengan susunan dari ijuk, batu koral dan batu kali berongga, yang berfungsi sebagai media penahan agar dinding sumur tidak tergerus dan sebagai media penyaring air hujan sebelum diresapkan ke dalam tanah. Dasar sumur diisi dengan batu kali berongga hingga ketebalan 60 cm, kemudian di atasnya secara tersusun diisi dengan ijuk 20 cm, batu koral 40 cm, ijuk 20 cm dan paling atas diisi batu koral setebal 40 cm. Ketiga susunan tersebut mencapai ketinggian 1,8 m dari dasar sumur.



Kesimpulan

Dari hasil analisa dapat disimpulkan bahwa untuk pembuatan sumur resapan pada daerah penelitian yaitu pada Kawasan Lippo Plaza Kendari dengan luas lahan sebesar 11.848,25 m² di bebani hujan dengan intensitas hujan sebesar 90,15 mm/jam dan debit aliran sebesar 0,277 m³/detik. Untuk luas atap sebesar 9.051,4 m² yang merupakan wadah untuk menyalurkan air hujan menuju sumur resapan dengan menggunakan talang, memiliki debit aliran sebesar 0,028 m³/detik dengan kedalaman air di dalam sumur sebesar 114,13 m. Karena kedalaman air di dalam sumur cukup tinggi, sehingga sumur resapan dibuat dengan sistem seri, dimana sumur resapan disusun secara sejajar dan saling berhubungan untuk tiap-tiap lokasi penempatan secara kelompok. Dimana pada Kawasan Lippo Plaza Kendari tersebut diperlukan 15 buah sumur resapan dengan kedalaman 8 meter dan diameter 1,5 meter. Untuk air hujan yang masuk ke saluran drainase memiliki debit sebesar 0,063 m³/detik. Sehingga terjadi pengurangan debit sebesar 0,214 m³/detik atau 77.26 %. Untuk lokasi penempatan sumur resapan yaitu 6 buah sumur resapan berada sejajar dengan jalan beringin dan 9 buah berada di jalan MT. Haryono.

Saran

Dalam perencanaan sumur resapan harus memperhatikan batasan-batasan jarak yang dianjurkan dengan bangunan lain agar tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan setempat.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow, V.T., 1959, *Open Channel Hydraulics*, McGraw-Hill Kogakusha, LTD., Tokyo.
- Chow, V.T., D.R., Maidment dan L.W., Mays, 1988, *Applied Hydrology*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Haan, S.T., 1977, *Statistical Methods in Hydrology*, The Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Imam Subarkah, 1980, *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Idea Dharma Bandung, Bandung.
- Jayadi, R., 2000. Dasar-dasar hidrologi. Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.
- Linsley, R.K., Kohler, M.A., Paulhus, J.L.H., 1986. *Hidrologi Untuk Insinyur*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Loebis, J., 1992, *Banjir rencana untuk bangunan air*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Ponce, V.M., 1989. *Engineering Hydrology*. Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Sri Harto Br., 1993, *Analisis Hidrologi*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sri Harto Br., 2000, *Hidrologi: Teori, Masalah dan Penyelesaian*, Naviri Offset, Yogyakarta.
- Viessman, dkk., 1977, *Introduction to Hydrology*, Harper & Row, Publishers, New York.
- Bisri, Mohammad. 1991. *Air Tanah*. Tirta Media: Malang.
- K. Linsley, Rey. 1996. *Hidrologi untuk Insinyur*. Erlangga: Jakarta.
- Soemarto, CD. 1999. *Hidrologi Teknik*. Erlangga: Jakarta.
- Sosrodarsono, Suyono. 1976. *Hidrologi Untuk Pengairan*. PT Pradnya Paramita: Jakarta.
- Sunjoto. 1988. *Optimasi Sumur Resapan Air Hujan Sebagai Salah Satu Pencegahan Intrusi Air Laut*. Seminar PAU Ilmu Teknik UGM : Yogyakarta.
- Suripin. 2004. *Pelestarian Sumber Daya Tanah Dan Air*. Andi: Yogyakarta.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi: Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2009. *Hidrologi Terapan*. Betta Offset: Yogyakarta.
- Wesley, L.D. 1977. *Mekanika Tanah*. Badan Penerbit Pekerjaan Umum : Jakarta Selatan.

- Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan*. Graha Ilmu: Yogyakarta.
- Wijaya, W.A. 2004. *Perencanaan Drainase Jalan Perumahan Dosen Unhalu*. Program Studi D3 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Haluoleo.

