

KAJIAN SISTEM DRAINASE SUMUR RESAPAN AIR HUJAN KECAMATAN JATIKALEN KABUPATEN NGANJUK

Eko Bagus Setiawan¹⁾, Kustamar²⁾, Sriliani Surbakti³⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil ITN Malang

^{2) 3)} Dosen Program Studi Teknik Sipil ITN Malang

ABSTRAK

Sistem drainase yang umumnya masih menggunakan sistem drainase konvensional, artinya air hujan ditampung oleh saluran drainase yang selanjutnya langsung dibuang kesungai. Dengan demikian air hujan yang dapat diresap oleh tanah akan berkurang. Untuk mengatasi masalah tersebut, perlu upaya penambahan kandungan air tanah yang salah satunya dengan mengalihkan curah hujan yang diterima atap rumah ke dalam imbuhan buatan yaitu sumur resapan. Kajian studi ini bertujuan untuk menggabungkan sistem drainase yang ada dengan menambahkan sumur resapan agar proses peresapan lebih optimal untuk menjaga air tanah tetap ada. Dari hasil perencanaan di daerah studi diperoleh ukuran sumur resapan diameter 1,4 meter sesuai dengan standart maksimum SK SNI NO. 03 – 2459 – 1991, dengan kedalaman sumur 2,7 meter. Jumlah sumur resapan untuk daerah studi sebanyak 3003 buah. Debit maksimum yang dapat tertampung didalam sumur resapan adalah sebesar $8,2945 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{det}^{-1}$. Debit limpasan sebelum adanya sumur resapan untuk lahan pertanian, pemukiman dan pekarangan sebesar $52,54014 \text{ m}^3 \cdot \text{det}^{-1}$. Dan debit limpasan perbandingan untuk lahan pemukiman saja sebesar $7,42476 \text{ m}^3 \cdot \text{det}^{-1}$. Debit air hujan yang melimpas setelah adanya sumur resapan di daerah studi sebesar $50,1799 \text{ m}^3 \cdot \text{det}^{-1}$ untuk luasan lahan seluruh wilayah kecamatan jatikalen dan perbandingan debit yang melimpas untuk daerah lahan pemukiman saja yaitu sebesar $5,0645 \text{ m}^3 \cdot \text{det}^{-1}$, sehingga terjadi pengurangan debit limpasan sebesar 4,50% untuk seluruh lahan dan 31,53 % untuk lahan pemukiman pada daerah studi. Sumur resapan yang direncanakan mampu meresapkan air hujan yang tertampung dalam sumur resapan antara 14 jam sampai 24 jam, dengan penambahan sumur resapan sebagai imbuhan pada wilayah Kecamatan Jatikalen akan sangat efisien jika penempatannya diletakkan di daerah pemukiman.

Kata kunci: Sumur Resapan Air Hujan, Air Tanah

ABSTRACT

The drainage system, which generally still uses conventional drainage systems, means that rain water is collected by a drainage channel which is then directly discharged into the river. Thus the rain water that can be absorbed by the soil will be reduced. To overcome this problem, it is necessary to increase the ground water content, one of which is by diverting the rainfall received by the roof of the house into an artificial recharge, namely recharge wells. This study aims to combine the existing drainage system by adding infiltration wells so that the infiltration process is more optimal to maintain groundwater. From the results of the planning in the study area, it is obtained that the infiltration well size is 1.4 meters in accordance with the maximum standard of SK SNI NO. 03 - 2459 - 1991, with a depth of 2.7 meters well. The number of recharge wells for the study area is 3003. The maximum discharge that can be accommodated in infiltration wells is $8,2945 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{det}^{-1}$. Runoff discharge prior to infiltration wells for agricultural land, settlements and yards of $52.54014 \text{ m}^3 \cdot \text{det}^{-1}$. And the comparative runoff discharge for residential land is only $7,42476 \text{ m}^3 \cdot \text{det}^{-1}$. Rainwater runoff after absorption of wells in the study area amounted to $50.1799 \text{ m}^3 \cdot \text{det}^{-1}$ for the total land area of the jatikalen sub-district area and the ratio of runoff discharges for residential land areas is only $5,0645 \text{ m}^3 \cdot \text{det}^{-1}$, so runoff discharge decreased by 4.50% for all land and 31.53% for residential land in the study area. The planned infiltration well is able to absorb rainwater that is accommodated in infiltration wells between 14 hours to 24 hours, with the addition of infiltration wells as a recharge in the Jatikalen District area will be very efficient if placed in residential areas.

Keywords: Rain Water Infiltration Wells, Groundwater

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang semakin berkembang membutuhkan kebutuhan perumahan dan pemukiman serta fasilitas - fasilitas lain

merupakan faktor-faktor yang mendorong meningkatnya kebutuhan lahan, sehingga menyebabkan terjadinya perubahan yang disebut "rural catchment" menjadi daerah pemukiman. Berdasarkan eksisting lokasi studi di Kecamatan

Jatikalen, sistem penanganan Drainase masih bersifat parsial, tidak menyeluruh dikarenakan kondisi sistem drainase yang masih bersifat konvensional yaitu air hujan dan air limbah penduduk yang di tampung oleh saluran drainase kemudian secara langsung di buang kesungai tanpa ada air yang meresap kedalam tanah sebagai pasokan air tanah, sehingga menyebabkan terjadinya banjir dan genangan di Kecamatan Jatikalen. Dengan adanya permasalahan dalam hal ketidakmampuan lahan untuk meresapkan air hujan sebagai pasokan air tanah akibat kurang sadarnya masyarakat karena pengalihan fungsi dari lahan terbuka menjadi lahan tertutup, yang merupakan akibat dari proses pembangunan, secara langsung perlu adanya suatu penanganan untuk mengatasi banjir, yaitu dengan perencanaan pembuatan sistem resapan di lokasi studi. Maksud dari perencanaan tersebut guna memperoleh suatu sistem resapan yang berlandaskan pada pembangunan sarana dan prasarana drainase yang menyeluruh, berkesinambungan dan berwawasan lingkungan, khususnya dalam rangka konservasi sumberdaya air agar air permukaan dengan cepat dialirkan dan diresapkan, maka diperlukan "Kajian Sistem Drainase Sumur Resapan Air Hujan".

TINJAUAN PUSTAKA

Debit Limpasan

Sejalan dengan keterpaduan, keterkaitan dan kesemibangan perkembangan wilayah serta keserasian antar sektor, maka pendayagunaan sumberdaya alam perlu dilakukan secara terencana, optimal, bertanggung jawab sesuai dengan potensi yang ada untuk sebesar-besarnya bagi perkembangan pembangunan wilayah yang bersangkutan. Namun demi mencapai perkembangan pembangunan tersebut dalam pelaksanaannya mengabaikan aspek aspek kelestarian lingkungan. Penyediaan ruang bagi kegiatan tersebut dalam kenyataannya tidak jarang terjadi pengeksploitasikan terhadap keterbatasan sumber alam yang ada yaitu dengan adanya pengalihan fungsi besar-besaran dari lahan yang terbuka menjadi lahan tertutup yang dalam hal ini berdampak negatif bagi wilayah yang bersangkutan. Dampak dari perubahan terbuka menjadi lahan tertutup salah satunya adalah susutnya imbuhan alami (daerah resapan) akibat konservasi lahan, sehingga besar air hujan yang melimpas diatas permukaan tanah harus sebanding dengan air yang kedalam tanah sebagai pasokan air tanah. Siklus/daur hidrologi menunjukkan bahwa hujan yang jauh diatas permukaan tanah akan mengalami dua proses, yaitu :

1. Air hujan akan meresap kedalam lapisan tanah permukaan apabila bagian ini ini tidak jernih.
2. Sebaliknya hujan yang tidak teresap akan melimpas diatas permukaan tanah, menggenang

atau mengalir ke tempat-tempat yang lebih rendah.

Dalam studi ini hanya terbatas pada daerah hujan (rain fall), karena curah hujan merupakan input yang utama dalam analisa hidrologi suatu satuan wilayah sungai (SWS) atau daerah pengaliran sungai (DPS). Berikut gambar Siklus Hidrologi.



Gambar 1. Siklus Hidrologi

Curah Hujan Rerata Daerah

Curah hujan diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan daerah yang dinyatakan dalam millimeter (Sosrodarsono, 1997:27).

Untuk menentukan besar curah hujan rata-rata daerah ada 3 cara yaitu :

1. Cara rata-rata Aljabar.
2. Cara Poligon Thiessen.
3. Cara Isohyet.

Dengan memperhatikan sebaran dari stasiun penakar hujan yang tidak merata di daerah studi dan daerah dekat studi, maka digunakan cara poligon Thiessen yang dapat memberikan hasil yang lebih baik, adapun Langkah-Langkah perhitungan adalah sebagai berikut :

1. Stasiun- Stasiun penakar hujan digambar pada peta daerah studi
2. Dari stasiun-stasiun hujan yang terdekat dihubungkan sehingga terbentuk jaringan segitiga.
3. Dari setia sisi segitiga ditarik garis tegak lurus membentuk poligon-poligon.
4. Daerah pengaruh hujan masing-masing stasiun dibatasi oleh sisi setiap poligon.
5. Luas masing – masing poligon dihitung sehingga didapatkan luas daerah pengaruh tiap – tiap stasiun hujan.
6. Presentase luas didapat dari hasil pembagian luas daerah tiap – tiap stasiun hujan dengan luas seluruh daerah hujan aliran.
7. Curah hujan rata – rata untuk seluruh daerah didapat dari hasil perkalian persentase luas total dengan curah hujan tiap stasiun penakar hujan

$$R = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_N R_N}{A_1 + A_2 + \dots + A_N}$$

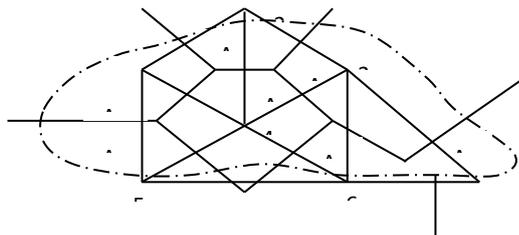
Dengan :

R = curah hujan rerata daerah (mm)

$R_1 + R_2 + \dots + R_N$ = Curah hujan di tiap titik pengamatan (mm)

$A_1 + A_2 + \dots + A_N$ = Luas daerah pengaruh (Km^2)

$R = \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_N}{A + A + \dots + A}$ = presentase luas daerah (%)



Gambar 2. Polygon Thiesen

Curah Hujan Harian Maksimum

Curah hujan rancangan merupakan curah hujan terbesar Tahunan yang mungkin terjadi di suatu dengan kala ulang tertentu. Metode yang digunakan dalam analisa curah hujan rancangan anatara lain :

- Metode Normal
- Metode Log Normal
- Metode Gumbel
- Metode Log-Persoon III

Tahap untuk menghitung curah hujan rancangan dengan metode Log Person Type III adalah sebagai berikut (soemarto, 1999 : 152) :

1. Mengubah data curah hujan harian maksimum ke dalam logaritma.
2. Menghitung harga logaritma dengan rumus-rumus :

$$\log \bar{x} = \frac{\sum \log xi}{n}$$

3. Menghitung harga simpangan baku dengan rumus :

$$Si = \sqrt{\frac{\sum (\log xi - \log \bar{x})^2}{n - 1}}$$

4. Menghitung harga koefisien kepercengaan dengan rumus :

$$Cs = \frac{n \times \sum (\log xi - \log \bar{x})^3}{(n - 1) \times (n - 2) \times (\sigma \log xi)^3}$$

Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi dilakukan bertujuan untuk mengetahui kebenaran dari suatu hipotesis, sehingga diketahui :

- Kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang didapatkan secara teoritis.
- Kebenaran hipotesis (hasil distribusi diterima atau ditolak)

Intensitas Hujan

Intensitas hujan (I) adalah tinggi curah hujan yang terjadi di suatu daerah dalam satuan waktu tertentu. Besarnya intensitas hujan dihitung dengan memakai rumus : Monobe (Sosrodarsono, 1997 : 145) yaitu :

$$I = \frac{R1}{24} \cdot \left(\frac{24}{Tc}\right)^{2/3}$$

Dengan :

I = intensitas hujan (mm,jam)

R_{24} = curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (mm/jam)

t = waktu curah hujan (jam)

Debit Air Hujan

Di daerah perkotaan, metode rasional sering digunakan untuk menghitung debti air hujan yaitu : (subarkah,1980 : 48)

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Dengan :

Q = debit air hujan (m3/det)

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (Km2)

Perencanaan Sumur Resapan

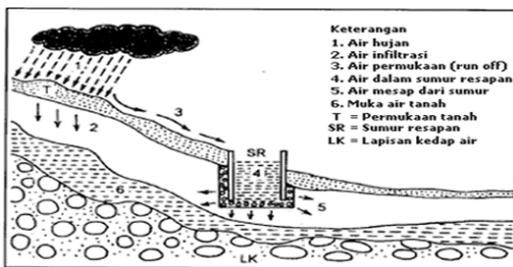
Penerapan sumur resapan ini dalam kehidupan sehari-hari penting artinya beberapa fungsi sumur resapan bagi kehidupan manusia adalah sebagai pengendali banjir, melindungi dan memperbaiki konservasi air tanah, serta menekan laju erosi. Penurunan permukaan air tanah yang banyak terjadi akhir – akhir ini dapat diatasi dengan bantuan sumur resapan. Tanda – tanda penurunan muka air tanah terlihat pada keringnya sumur dan mata air pada musim kemarau serta timbulnya banjir pada musim penghujan. Perubahan lingkungan hidup sebagai akibat dari proses pembangunan, berupa pembangunan pemukiman dan industri serta pembukaan lahan. Prinsip kerja sumur resapan adalah menyalurkan dan menampung air hujan kedalam lubang atau sumur agar air dapat memiliki waktu tinggal permukaan tanah lebih lama sehingga sedikit demi sedikit air dapat meresap ke dalam tanah. Tujuan utama dari sumur resapan ini adalah memperbesar masuknya air kedalam tanah sebagai air resapan , dengan demikian air akan lebih banyak masuk kedalam tanah dan sedikit yang mengalir sebagai aliran permukaan. 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 muka air yang dapat dieksploitasikan setiap saat. Salah satu upaya untuk 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.

Upaya ini akan berfungsi bila semua warga sadar dan mau menerapkannya. Peran sumur resapan ini akan tidak berarti bila hanya beberapa penduduk saja yang menerapkannya, dapat dibayangkan bila setiap penduduk suatu kawasan yang memiliki sejuta bangunan menerapkan sumur resapan masing – masing mampu menerapkan air satu kubik. Dengan demikian sejuta kubik air akan masuk kedalam tanah, kawasan tersebut dapat terhindar dari bahaya banjir dan mampu mengurangi masalah kekeringan pada musim kemarau.

Adapun kegunaan sumur resapan antara lain :

1. Pengendalian banjir.
 Salah satu fungsi sumur resapan adalah sebagai upaya menekan banjir seperti dijelaskan terdahulu bahwa sumur resapan mampu memperkecil aliran permukaan sehingga terhindar dari penggenangan aliran permukaan secara berlebihan yang menyebabkan banjir.
2. Konservasi air tanah.
 Fungsi lain dari sumur resapan ini adalah memperbaiki konservasi air tanah atau mendangkalkan permukaan air sumur. 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.



Gambar 3. Prinsip Kerja Sumur Resapan

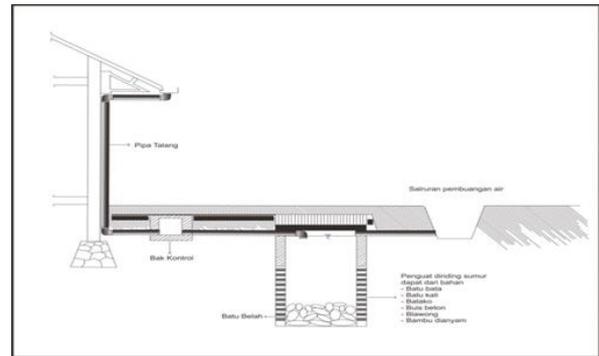
Perencanaan Dimensi Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan suatu konstruksi berupa lubang yang digali pada tanah dengan kedalaman tertentu dan bertujuan untuk meresapkan air kedalam tanah. Dasar sumur dibuat mencapai lapisan tanah yang porous agar air cepat meresap ke dalam tanah hingga dimensi sumur kecil. Untuk menghitung dimensi sumur resapan air hujan dapat dipergunakan formula Sunjoto (1991) yaitu :

$$\frac{i}{f.k} \left[1 - \exp \frac{-f.k.t}{\pi.R^2} \right]$$

H : tinggi muka air dalam sumur (m)
 Qi : debit air masuk (m³.det⁻¹)

F : faktor geometrik (m) pada tabel 2.8
 K : koefisien permeabilitas tanah (m.det⁻¹)



Gambar 4. Model Sumur Resapan

Efektifitas Sumur Resapan

Efektifitas sumur resapan sebagai kemampuan air hujan yang tertampung dalam sumur resapan dengan waktu lebih kecil dari rata – rata interval waktu dua kejadian hujan. Debit yang meresap ke dalam tanah (Qo) terjadi setelah kedalaman air dalam sumur resapan tercapai, dimana besarnya debit resap dapat dihitung dengan rumus Darcy :

$$Q_o = k . i . A$$

Dengan :

$$Q_o = \text{debit resap air (m}^3.\text{det}^{-1}\text{)}$$

$$i = \text{gradien hidrolis} = \frac{\Delta h}{L}$$

$$\Delta h = \text{beda tinggi tekan air (m)}$$

$$L = \text{panjang tanah yang dilalui air (m)}$$

$$k = \text{koefisien permeabilitas (m.det}^{-1}\text{)}$$

$$A = \text{luas penampang tanah (m}^2\text{)}$$

Jadi perhitungan waktu resapan dipakai rumus sebagai berikut :

$$t = \frac{Q_{tump}}{O_n}$$

dengan :

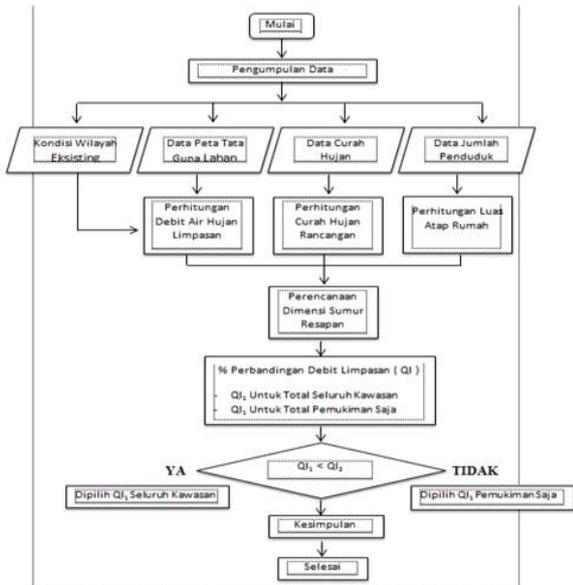
t = waktu resapan air hujan yang tertampung (jam)

Q_{tump} = debit masukan yang tertampung (m³.det⁻¹)

O_n = debit resap (m³.det⁻¹)

Metodologi Penelitian

Dalam metodologi kajian sistem drainase sumur resapan air hujan memerlukan data primer dan data sekunder, dimana data primer meliputi : data kondisi eksisting wilayah studi (Survey), data Tata Guna Lahan Eksisting, sedangkan data sekunder meliputi DPU Pengairan Kabupaten Nganjuk, dan Dinas Kependudukan. Berikut bagan alir kajian sistem drainase sumur resapan air hujan.



Gambar 5. Bagan Alir Kajian Sistem Drainase Sumur Resapan Air Hujan

HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

Analisa Curah Hujan Rerata Daerah

Tabel 1. Perhitungan Curah Hujan Rata-Rata Metode Thiessen

No	Tahun	Curah Hujan Maksimum			R
		Sta Jati kalen	Sta Rowo marto	Sta Sumber kepuh	
Koefisien Thiessen		0.431	0.2096	0.012	
1	2006	225	175	163	135,611
2	2007	200	175	115	124,260
3	2008	114	120	175	76,386
4	2009	126	77	133	72,041
5	2010	70	74	69	46,508
6	2011	171	81	117	92,083
7	2012	164	100	108	92,940
8	2013	103	85	77	63,133
9	2014	103	118	88	70,182
10	2015	80	85	113	53,652

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan Curah Hujan Rancangan

Dari hasil perataan data hujan didapat satu rangkaian data hujan. Selanjutnya curah hujan rencana dihitung berdasarkan rangkaian data hujan tersebut (hasil perataan). Perhitungan dilakukan dengan beberapa metode, yaitu: Metode Log Person III, dan Metode Gumbel.

Tabel 2. Perhitungan Dengan Metode Log Pearson III

No	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi-Log X Rerata	(Log Xi-Log X)	Log Xi-Log X Rerata) ³
1	2010	46,508	1,668	-0.2268	0.0514	- 0,0117
2	2015	53,652	1,730	-0.1647	0.0271	- 0,0045
3	2013	63,133	1,800	-0.0941	0.0088	- 0,0008
4	2009	70,182	1,846	-0.0481	0.0023	- 0,0001
5	2008	72,041	1,858	-0.0367	0.0013	- 0,0000
6	2014	76,386	1,883	-0.0113	0.0001	- 0,0000
7	2012	92,083	1,964	0.0699	0,0049	0,0003
8	2011	92,940	1,968	0.0739	0.0049	0,0004
9	2007	124,260	2,094	0.2000	0.0400	0,0080
10	2006	135,611	2,132	0.2380	0.0566	0,0135
Jumlah (Σ)		826,796	18,943		0.1982	0,0051
Rata-Rata		82,6796				

Tabel 3. Perhitungan Uji Chi Kuadrat

No	Interval Curah Hujan (mm)	Jumlah		$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
		O _i	E _i	
1	46,508 ≤ x ≤ 68,7835	3	2,5	0,1
2	68,7835 < x ≤ 91,0560	3	2,5	0,1
3	91,0560 < x ≤ 113,3352	3	2,5	0,1
4	113,3352 < x ≤ 135,611	1	2,5	0,9
Total		10	10	1,2

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4. Uji Kesesuaian Distribusi Uji Smirnov - Kolmogrov

No	R	Pe %	Pt %	Pe - Pt
1	46,508	9.090909	8	1.090909
2	53,652	18.18182	16	2.181818
3	63,133	27.27273	24	3.272727
4	70,182	36.36364	40	-3.63636
5	72,041	45.45455	45	0.454545
6	76,386	54.54545	54	0.545455
7	92,083	63.63636	64	-0.36364
8	92,940	72.72727	70	2.727273
9	124,260	81.81818	89	-7.18182
10	135,611	90.90909	91.5	-0.59091
Jumlah	826,796		Maks(%)	3.272727
Rata-rata	826,796		Maks	0.032727
SD	33.06294			

Banyak data 10
 Taraf Signifikan (α) 5%
 Nilai Kritis Do Untuk Uji SK 0.41

Tabel 5. Perhitungan Perbandingan Koefisien Pengaliran

Sub DPS	Luas (Km ²)	Tata Guna Lahan		
		Jenis Permukaan	Luas (Km ²)	Koef. Pengaliran
1	0,1020	Pemukiman	0,1020	0,60
2	0,5050	Pemukiman	0,5050	0,60
3	0,3540	Pemukiman	0,3540	0,60

4	0,1050	Pemukiman	0,1050	0,60
---	--------	-----------	--------	------

Sumber : Hasil Perhitungan

Perencanaan Dimensi Sumur Resapan

Pada dasar sumur resapan dihindarkan lapisan batu belah atau puing batu merah yang bersih dari serpihan adukan dan bahan organik setebal 40 cm untuk mencegah terjadi erosi pada dasar sumur akibat benturan dari jatuhnya air. Penutup sumur dibuat dari plat beton bertulang tebal 10 cm dan setelah sumur ditutup, di atasnya ditimbun dengan tanah tebal 15 cm. Contoh perhitungan :

- Koefisien pengaliran (C) = 0,95
- Intensitas hujan (I) = 41,7570 mm.jam⁻¹
- Luas atap untuk satu sumur (A) = 0,00007462 km²
- Debit masukan dari atap (Qi) = 0,278 x 0,95 x 41,7570 x 0,00007462 = 0,00082291 m³.det⁻¹.

Tinggi muka air dalam sumur resapan untuk tiap-tiap sub DPS

Contoh perhitungan :

- Debit masukan dari atap (Qi) = 0,00082291 m³.det⁻¹
- Durasi dominan hujan (t) = 1 jam = 3600 detik
- Koefisien permeabilitas (k) = 1,792 x 10⁻⁵ m.det⁻¹
- Jari – jari sumur (R) = 0,7 m
- Faktor geometrik (f) = 2 x π x 0,7 = 4,3982 m

$$H \frac{Q_i}{f \cdot k} \left[1 - \exp\left[\frac{-f \cdot k \cdot t}{\pi \cdot R^2}\right] \right]$$

$$\text{Maka } H = \frac{0,00082291}{4,3982 \times 1,792 \times 10^{-5}}$$

$$\left(1 - \exp\left(\frac{4,3982 \times 1,792 \times 10^{-5} \times 3600}{\pi \cdot 0,7^2}\right) \right) = 1,9254 \text{ m}$$

$$H_{\text{rata-rata}} = \frac{\sum H \text{ total}}{\sum \text{Jumlah rumah}}$$

$$H_{\text{rata-rata}} = \frac{5712,2209}{3003} = 1,90217 \text{ m}$$

Kedalaman sumur resapan (H_{sr}) :

- Tinggi muka air dalam sumur rata-rata (H_{rata-rata}) = 1,90217 m
- Tebal isian sumur (Is) = 0,4 m
- Tebal tutup sumur (Ts) = 0,1 m
- Tebal timbunan tanah (Tt) = 0,15 m
- Diameter pipa peluap (Dp) = 0,11 m
- Kedalaman sumur resapan (Hsr)
- H_{rata-rata} + Is + Ts + Tt + Dp

$$= 1,90217 + 0,4 + 0,1 + 0,15 + 0,11 = 2,68 \text{ m} \approx 2,7 \text{ m}$$

Jadi perencanaan sumur resapan dipakai kedalaman 2,7 meter, maka tinggi muka air dalam sumur rencana (Hren) :

$$\text{Hren} = \text{Hsrren} - (\text{Is} + \text{Ts} + \text{Tt} + \text{Dp}) = 2,7 - (0,4 + 0,1 + 0,15 + 0,11) = 1,94 \text{ m}$$

Dengan diperolehnya tinggi muka air dalam sumur rencana maka debit masukan sumur resapan rencana dapat dihitung.

- Tinggi muka air dalam sumur rencana (H_{ren}) = 1,94 m
- Durasi dominan hujan (t) = 1 jam = 3600 detik
- Koefisien permeabilitas (k) = 1,792 x 10⁻⁵ m.det⁻¹
- Jari – jari sumur (R) = 0,7 m
- Faktor geometrik (f) = 2 x π x 0,7 = 4,3982 m
- Debit masukan rencana (Q_{ren}) = $\frac{\text{Hren} \cdot f \cdot k}{\left(1 - e^{\left(\frac{-f \cdot k}{\pi \cdot R^2}\right)} \right)}$

$$= \frac{1,94 \times 4,3982 \times 1,792 \times 10^{-5}}{\left(1 - e^{\left(\frac{-4,3982 \times 1,792 \times 10^{-5} \times 3600}{\pi \cdot 0,7^2}\right)} \right)} = 8,2945 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{det}^{-1}$$

Debit air hujan maksimum yang dapat tertampung di dalam sumur resapan adalah sebesar debit masukan sumur rencana yaitu 8,2945 x 10⁻⁴ m³.det⁻¹ untuk masing – masing sumur yang direncanakan. Jika debit air hujan yang jatuh di atas atap lebih besar dari debit masukan sumur rencana maka akan terjadi luapan air di dalam sumur. Kelebihan air ini akan keluar dari sumur melalui pipa peluap yang kemudian akan melimpas kembali. Sebaliknya untuk debit air hujan dari atap yang besarnya kurang dari debit masukan sumur rencana, seluruhnya akan tertampung didalam sumur resapan.

Contoh perhitungan :

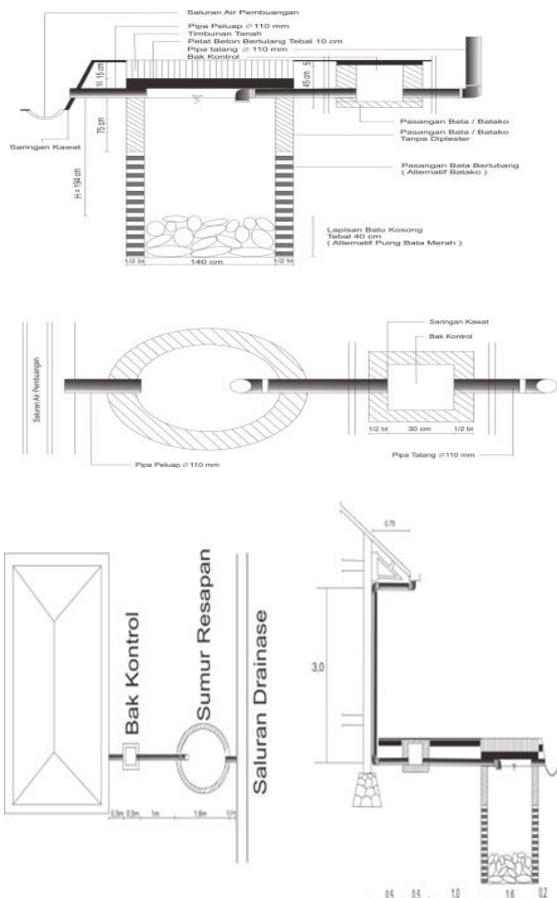
Untuk Qi > Qren

- Debit masukan dari atap (Qi) = 1,7644 x 10⁻³ m³.det⁻¹
 - Debit masukan sumur rencana (Q_{ren}) = 8,2945 x 10⁻⁴ m³.det⁻¹
 - Debit masukan tertampung (Q_{itam}) = Q_{ren} = 8,2945 x 10⁻⁵ m³.det⁻¹
 - Debit luapan (Q_l) = Qi - Q_{itam} = 1,7644 x 10⁻³ - 8,2945 x 10⁻⁴ = 5,2690 x 10⁻⁵ m³.det⁻¹
- Untuk Qi < Qren
- Debit masukan dari atap (Qi) = 8,0780 x 10⁻⁴ m³.det⁻¹
 - Debit masukan sumur rencana (Q_{ren}) = 8,2945 x 10⁻⁴ m³.det⁻¹
 - Debit masukan tertampung (Q_{itam}) = Q_{ren} = 8,0780 x 10⁻⁴ m³.det⁻¹
 - Tidak ada debit yang meluap karena Qi = Q_{ren}

Perencanaan Konstruksi Sumur Resapan

Konstruksi sumur resapan direncanakan sesuai dengan alternatif pemakaian bahan bangunan yang

ditetapkan dalam SK SNI No. 03– 2459 – 1991. Bentuk muka sumur direncanakan berbentuk lingkaran. Ruang sumur disediakan tetap kosong guna menampung air sebelum meresap ke dalam tanah. Dinding sumur terbuat dari susunan batu bata merah atau batu cetak batako tanpa diplester dengan tebal setengah batu untuk melindungi dinding tanah dari bahaya longsor. Sedangkan untuk dinding sumur bagian bawah bata merah atau batu cetak batako disusun sedemikian rupa sehingga terdapat celah – celah pada dinding. Bagian penunjang sumur terdiri dari saluran pemasukan, saluran pelimpah dan bak kontrol. Saluran pemasukan berfungsi untuk menghubungkan talak tegak dengan sumur resapan. Sedangkan saluran pelimpah berfungsi untuk melimpahkan air apabila sewaktu – waktu debit yang masuk melebihi daya tampung sumur. Saluran pemasukan dan saluran peluap direncanakan berupa pipa dengan diameter 110 mm Bak kontrol dibuat pada jarak kurang lebih 1 m sebelum saluran masuk ke sumur. Fungsi bak kontrol adalah untuk menjaga agar endapan dan kotoran yang terbawa air dari atap dapat diendapkan pada bak kontrol dan tidak langsung masuk ke sumur dan dengan ukuran 30 x 30 cm.



Gambar 6. Konstruksi Sumur Resapan

Pengurangan Limpasan Permukaan

Pengurangan limpasan permukaan terjadi akibat debit air hujan yang jatuh diatas atap ditampung dalam sumur resapan yang kemudian akan meresap kedalam tanah. Total debit air hujan yang tertampung dalam sumur resapan pada masing – masing sub DPS dihitung dengan mengalikan masing – masing debit untuk satu sumur dengan jumlah sumur yang direncanakan pada setiap kawasan dan hasilnya dijumlahkan.

Tabel 6. Perhitungan Debit Limpasan Setelah Adanya Sumur Resapan

Sub DPS	Q (m ³ .det ⁻¹)	Q _{itam} (m ³ .det ⁻¹)	Q _l (m ³ .det ⁻¹)	Q _r (m ³ .det ⁻¹)
1	8,61079	0,39486551	0,00031616	8,216240646
2	14,80531	0,44966846	0,00581097	14,36145251
3	20,54425	1,20536597	0,03577744	19,37466146
4	8,57979	0,35244	0,00021077	8,227557398
Jumlah	52,54014	2,402343316	0,042115338	50,17991202

Tabel 7. Perhitungan Perbandingan Debit Limpasan Setelah Adanya Sumur Resapan

Sub DPS	Q (m ³ .det ⁻¹)	Q _{itam} (m ³ .det ⁻¹)	Q _l (m ³ .det ⁻¹)	Q _r (m ³ .det ⁻¹)
1	0,71043	0,39486551	0,00031616	0,3158807
2	3,51735	0,44966846	0,00581097	3,0734925
3	2,46563	1,20536597	0,03577744	1,2960415
4	0,73133	0,35244	0,00021077	0,3791008
Jumlah	7,42476	2,402343316	0,042115338	5,0645154

Jadi setelah adanya pengurangan limpasan akibat adanya sumur resapan, maka total luas dari daerah pengaruh 3 stasiun penakar tersebut, yaitu :

$$\frac{\text{Luas daerah pengaruh (A)}}{\text{Pengurangan Limpasan (Qr)}} = \frac{\text{Luas Daerah Pengaruh (A)}}{\text{Total Luas}} = \text{Prosentase (\%)}$$

a. $\frac{1,7669}{50,17991} = \frac{0,03521}{1,7669} = 2 \%$

b. $\frac{1,7669}{7,42476} = \frac{0,34887}{1,7669} = 19,75 \%$

Dari perhitungan perbandingan di atas, dapat dilihat bahwa sumur resapan lebih efektif jika lebih diletakkan didaerah pemukiman dari pada di daerah lahan pertanian.

Efektifitas Resapan Sumur

Dengan diperolehnya nilai koefisien permeabilitas ekivalen, maka debit yang meresap ke dalam tanah dapat dihitung menggunakan rumus Darcy. Jika hujan yang terjadi kecil dari hujan yang direncanakan, maka debit air hujan yang tertampung di dalam sumur resapan akan kurang dari debit yang

tertampung pada hujan rencana sehingga debit yang meresap juga akan berkurang. Tinggi muka air maksimum dalam sumur sama dengan tinggi muka air dalam sumur rencana yaitu 1,94 meter. Tinggi muka air di dalam sumur sama dengan tinggi muka air dalam sumur yang diperoleh berdasarkan luasan atap, jika tinggi muka air tersebut kurang dari tinggi muka air dalam sumur rencana. Beda tinggi tekan air (Δh) adalah tinggi tekan pada muka air yang tertampung dalam sumur dikurangi dengan tinggi tekan pada muka air tanah. Contoh perhitungan :

- Debit masukan tertampung (Q_{itam})
 $= 8,2945 \times 10^{-4} \text{ m}^3.\text{det}^{-1}$
- Tinggi muka air dalam sumur tertampung (H_{tam})
 $= 1,94 \text{ meter}$
- Beda tinggi tekan air (Δh)
 $= 10,33$
- Koefisien permeabilitas ekuivalen (Keq)
 $= 1,792 \times 10^{-5} \text{ m}.\text{det}^{-1}$
- Panjang lapisan tanah (L)
 $= 11,09 - 2,7 = 8,39 \text{ m}$
- Luas penampang (Ap)
 $= \pi \times 0,7^2 = 1,5394 \text{ m}^2$
- Debit resap (Qo)
 $= 1,792 \times 10^{-5} \times \frac{10,33}{8,39} \times 1,5394$
 $= 3,3964 \times 10^{-5} \text{ m}^3.\text{det}^{-1}$
- Jumlah sumur
 $= 470$

Untuk debit resap pada satu sub DPS :

- Debit resap pada pertokoan
 $= 3,3965 \times 10^{-5} \text{ m}^3.\text{det}^{-1}$
- Debit resap pada sekolah
 $= 3,3965 \times 10^{-5} \text{ m}^3.\text{det}^{-1}$
- Jumlah sumur pertokoan = 2
- Jumlah sumur sekolah = 4
- Debit resap untuk Sub DPS 1
 $= \sum Qo \times \text{jumlah sumur}$
 $= (3,3965 \times 10^{-5} \times 470) + (3,3965 \times 10^{-5} \times 2) +$
 $(3,3965 \times 10^{-5} \times 4)$
 $= 0,016167 \text{ m}^3.\text{det}^{-1}$

Contoh perhitungan Sub DPS 1 untuk perumahan :

- Durasi dominan hujan
 $= 1 \text{ jam} = 3600 \text{ det}^{-1}$
- Debit masuk tertampung pada perumahan Q_{tam}
 $= 0,00082955 \text{ m}.\text{det}^{-1} \times 3600 \text{ det}^{-1}$
 $= 2,986 \text{ m}^3.\text{jam}$
- Debit resap pada perumahan Qo
 $= 3,3965 \times 10^{-5} \text{ m}^3.\text{det}^{-1} \times 3600 \text{ det}^{-1}$
 $= 0,1222 \text{ m}^3.\text{jam}$

Pembahasan

Berdasarkan kondisi eksisting yang diperoleh di Kecamatan Jatikalén Kabupaten Nganjuk diperoleh dari rerata curah hujan tahun 2006 - 2015 mengalami peningkatan sebesar 82,679 mm sehingga dari hasil jumlah rerata curah hujan

tersebut mempengaruhi luas daerah pengaliran sungai sebesar 13,073 Km² dan perbandingan luas untuk lahan pemukiman sebesar 0,6520 Km² yang disebabkan oleh debit air hujan yang semakin tinggi, dimana debit air hujan tiap sub DPS pada kawasan pertanian, pemukiman, kebun, daerah hijau, pertokoan, rerumputan, kawasan bisnis diperoleh sebesar 52,54014 m³.det⁻¹ dan untuk perbandingan daerah pemukiman saja sebesar 7,42476 m³.det⁻¹. Dari hasil perencanaan di daerah studi diperoleh ukuran sumur resapan diameter standart maksimal 1,4 meter berdasarkan SK SNI No.02 - 2453 - 1991 dan kedalaman sumur 2,7 meter berdasarkan hasil perhitungan. Jumlah sumur resapan untuk daerah studi Kecamatan Jatikalén sebanyak 3003 buah. Sehingga debit maksimum yang dapat tertampung didalam sumur resapan adalah sebesar 8,2945 x 10⁻⁴ m³.det⁻¹. Debit air hujan yang melimpas setelah adanya sumur resapan didaerah studi sebesar 50,1799 m³.det⁻¹ untuk luasan lahan seluruh wilayah kecamatan jatikalén dan perbandingan debit yang melimpas untuk daerah lahan pemukiman saja yaitu sebesar 5,0645 m³.det⁻¹, sehingga terjadi pengurangan debit limpasan sebesar 4,50% untuk seluruh lahan dan 31,53 % untuk lahan pemukiman pada daerah studi Kecamatan Jatikalén. Berdasarkan sumur resapan yang direncanakan, mampu meresapkan air hujan yang tertampung dalam sumur antara 14 jam sampai 24 jam, dengan penambahan sumur resapan sebagai imbuhan buatan pada wilayah Kecamatan Jatikalén akan sangat efisien jika penempatannya diletakkan di daerah pemukiman. Dari hasil perhitungan prosentase efektifitas habisnya air dalam sumur yang direncanakan dapat meresapkan air antara 4,17 - 7,14 % dalam 1 jam, untuk mendapatkan hasil 100% maka dari hasil tiap jamnya dikalikan dengan hasil dari debit tertampung air yang habis berapa jam ($t = \text{waktu resapan}$) di setiap kawasan.

KESIMPULAN

Dari hasil Kajian Studi ini dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Debit limpasan sebelum adanya sumur resapan untuk lahan pertanian, pemukiman dan pekarangan sebesar 52,54014 m³.det⁻¹. Dan debit limpasan pembeding untuk lahan pemukiman saja sebesar 7,42476 m³.det⁻¹.
2. Berdasarkan besar debit masukan sumur resapan yang berasal dari luasan atap sebagai bidang tangkapan air hujan diperoleh ukuran lebar sumur resapan diameter 1,4 meter sesuai dengan standart maksimal SNI No. 03 -2459 - 1991 dan tinggi ruang kosong dalam sumur untuk menampung air hujan dari atap sebelum meresap kedalam tanah sebesar 1,94 meter, sehingga volume sumur resapan sebesar 2,986 m³. Debit air hujan dari atap maksimum yang

dapat tertampung dalam sumur resapan adalah $8,2945 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \cdot \text{det}^{-1}$.

3. Debit masukan sumur resapan direncanakan berdasarkan luas rata – rata atap bangunan pada masing – masing sub DPS. Jumlah sumur total yang direncanakan untuk menampung debit air hujan dari luasan atap pada daerah studi adalah 3003 buah.
4. Setelah adanya sumur resapan debit limpasan di daerah studi sebesar $50,17991202 \text{ m}^3 \cdot \text{det}^{-1}$. Dan debit limpasan perbandingan setelah adanya sumur resapan di daerah studi sebesar $5,0645154 \text{ m}^3 \cdot \text{det}^{-1}$. Dengan adanya sumur resapan pada daerah studi dapat mengurangi limpasan sebesar 4,5 % untuk lahan pertanian, pemukiman dan pekarangan dan perbandingan sebesar 31,53 % untuk daerah pemukiman saja, dari total debit air hujan limpasan yang terjadi sesudah adanya sumur resapan di daerah studi.
5. Sumur resapan yang direncanakan di Kecamatan Jaticalen mampu meresapkan antara 14 jam sampai 24 jam, penempatan sumur resapan yang lebih efektif dari prosentase yang terhitung adalah di daerah lahan pemukiman, peresapan air yang terjadi di daerah pemukiman lebih lama meresap dibandingkan pada lahan pertanian maupun pekarangan.
6. Dari hasil perhitungan prosentase habisnya air dalam sumur resapan, dapat meresapkan air antara 4,11 – 7,14 % tiap satu jam.

Sosrodarsono, Suyono. 1977. Hidrologi untuk pengairan. Jakarta : Pradnya Paramita.

Subarkah, Iman. 1980. Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air, Bandung : Idea Dharma.

Sunjoto. 1991. Hidrolika Sumur Resapan. Kursus Singkat Hidrologi Perkotaan I. Yogyakarta : Pusat antar Universitas Ilmu Teknik Universitas Gadjah Mada.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1991. Ringkasan Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan SK SNI No.03 - 2459 - 1991. Jakarta : Departemen Kimpraswil.
<https://bebasbanjir2025.wordpress.com/teknologi-pengendalian-banjir/sumur-resapan/>

Anonim. 2015. Masterplan Dan Pemetaan Drainase Perkotaan Kabupaten Nganjuk. Malang : Tidak Diterbitkan.

Anwar, Zaini. 2005. Evaluasi Kebijakan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Konservasi Air Tanah Dangkal Di Kabupaten Sleman. Tugas Akhir diterbitkan, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang.

Kusnaedi. 1996. Sumur Resapan Air Hujan Untuk Pemukiman Perkotaan Dan Pedesaan. Jakarta : Penebar Swadaya.

Soemarto, CD. 1999. Hidrologi Teknik Edisi ke – 2 (Dengan Perbaikan). Jakarta : Erlangga.

Soewarno. 1995. Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Jilid I. Bandung : Nova.