

PERENCANAAN SUMUR RESAPAN SEBAGAI ALTERNATIF PENANGGULANGAN BANJIR DI PERUMAHAN MARGOREJO INDAH KOTA SURABAYA

Faradlillah Saves, ST., MT

Prodi Teknik Sipil. Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Surel: farasaves@untag-sby.ac.id

Abstrak

Kota Surabaya merupakan salah satu daerah perkotaan yang berkembang pesat dan mempunyai peran sebagai pusat perdagangan, industri, maritime dan pendidikan, dimana infrastruktur didaerah perkotaan sebagai acuan keberhasilan untuk menyeimbang pertumbuhan populasi penduduk. Pembangunan infrastruktur akan berjalan dengan baik jika didukung penuh oleh peran masyarakat yang selalu menjaga lingkungan sekitar seperti sistem saluran drainase. Permasalahan yang selalu muncul ketika musim penghujan adalah sering terjadinya genangan atau banjir. Perumahan Margorejo Indah merupakan salah satu perumahan di Kota Surabaya yang sering mengalami banjir apabila musim penghujan. Oleh sebab itu perlu adanya penelitian untuk menanggulangi banjir di daerah tersebut. Salah satu alternatif yang akan dilakukan adalah merencanakan konstruksi sumur resapan. Sumur resapan dinilai lebih efektif dalam menanggulangi banjir didaerah tersebut mengingat letak saluran drainase di Perumahan Margorejo Indah berdekatan dengan rumah penduduk. Untuk memperoleh dimensi sumur resapan yang tepat maka dilakukan beberapa analisis, meliputi analisis hidrologi, analisis hidrolika dan analisis kedalaman sumur optimum untuk periode ulang 10 tahun. Berdasarkan hasil analisis diperoleh debit banjir rencana periode ulang 10 tahun sebesar $0,650 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan kapasitas eksisting saluran rerata sebesar $0,170 \text{ m}^3/\text{detik}$. Untuk mengatasi banjir pada area perumahan Margorejo Indah Surabaya di perlukan aleternatif membuat sumur resapan dengan diameter 1,2 m dengan kedalaman 1,50 m pada area yang mengalami banjir.

Kata Kunci: Sumur Resapan, Perumahan Margorejo Indah, Banjir

PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia merupakan wilayah yang memiliki dua tipe musim yaitu musim penghujan dan kemarau. Dominasi kedua musim tersebut sangat mempengaruhi ketersediaan air, namun dampak negatif dari semua itu adalah merosotnya kualitas lingkungan yang akhirnya dapat mengakibatkan kekurangan air bersih ketika musim kemarau dan meningkatnya aliran permukaan pada saat musim hujan. Hal ini juga didukung dengan keadaan iklim indonesia yang terletak di iklim tropika dimana tiap tahun terjadi musim kemarau dan musim hujan dengan curah hujan tiap tahun sebesar 100-340 mm sehingga banjir akan terus terjadi tiap tahun (Atmakusuma, 2009). Sehingga perlu adanya upaya dalam pengelolaan air. Sjamsidi (2013), upaya pengelolaan sumber daya air yang dapat dilakukan yaitu pembangunan dan pemeliharaan infrastruktur penangkap dan penampung air. Bangunan air yang representatif untuk topografi di Perumahan Margoreja Indah adalah sumur resapan. Sumur resapan merupakan bangunan rekayasa teknik yang berbentuk sumur tetapi fungsinya untuk menampung air yang

datang dari atas tanah kemudian ditampung dalam sumur resapan. Air dalam tampungan ini kemudian akan diserap kedalam tanah yang ada di sekitarnya secara perlahan. Fungsi sumur resapan ini berbeda dengan sumur yang dipakai sebagai sumber air minum dan keperluan rumah tangga. Sumur resapan berfungsi untuk menampung air pembuangan dan air hujan kedalam tanah. Air hujan yang melimpah dan tidak dapat terserap kedalam tanah secara langsung dan sekaligus dapat menyebabkan banjir jika tidak ditampung kedalam sumur resapan.

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kapasitas saluran drainase yang terdapat di Wilayah Perumahan Margorejo Indah Kota Surabaya
2. Mengetahui debit rencana dan debit air limbah rumah tangga periode ulang 10 tahun pada saluran di Wilayah Perumahan Margorejo Indah Kota Surabaya
3. Mengetahui dimensi sumur resapan di Wilayah Perumahan Margorejo Indah Kota Surabaya.

Kajian Literatur

Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi adalah melakukan analisis hidroklimatologi dengan analisis secara kuantitatif yang mengacu pada berbagai metode yang relevan dengan Standar Nasional Indonesia yang berlaku. Dengan memperhatikan berbagai karakteristik geografis yang terkait, diharapkan dapat diperoleh informasi berupa besaran hidrologi yang diperlukan untuk perencanaan bangunan air, (Rahardian, 2016).

Curah Hujan Rata-Rata

Curah hujan yang diperlukan untuk suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan bukan curah hujan wilayah atau daerah yang dinyatakan dalam mm. Untuk menghitung curah hujan dipergunakan beberapa cara yaitu cara aritmatika, cara thiesen poligon dan cara isohyet, (Rahardian, 2016).

Metode Aritmatic Mean

Tinggi rata-rata curah hujan didapat dengan mengambil nilai rata-rata hitung dari pengukuran pos-pos penakar di dalam areal tersebut, ditunjukkan pada rumus berikut

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n}{n}$$

Dimana :

\bar{d} = tinggi curah hujan rata-rata daerah (mm)

n = banyaknya stasiun

Sumber: Soewarno, 1995

Intensitas Hujan

Untuk menentukan debit banjir rencana (*design flood*) perlu didapatkan harga suatu intensitas curah hujan terutama bila digunakan metoda rasional. Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada suatu kurun waktu di mana air tersebut berkonsentrasi. Analisis intensitas curah hujan ini dapat diproses dari data curah hujan yang telah terjadi pada masa lampau (Loebis, 1987).

Rumus persamaan Mononobe:

$$it = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24^{2/3}}{tc} \right)$$

Keterangan:

It = Intensitas hujan untuk lama waktu t (mm/jam)

R₂₄ = Curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

Tc = Waktu konsentrasi (jam)

Koefisien Pengaliran

Koefisien aliran permukaan (C) didefinisikan sebagai nisbah antara puncak aliran permukaan terhadap intensitas hujan (Soewarno, 1995). Faktor ini merupakan variabel yang paling menentukan hasil perhitungan debit banjir. Pemilihan harga C yang tepat memerlukan pengalaman hidrologi yang luas. Faktor utama yang mempengaruhi C adalah laju infiltrasi tanah atau prosentase lahan kedap air, kemiringan lahan, tanaman penutup tanah, dan intensitas hujan. Koefisien limpasan juga tergantung pada sifat dan kondisi tanah. Laju infiltrasi menurun pada hujan yang terus menerus dan juga dipengaruhi oleh kondisi kejenuhan air sebelumnya. Faktor lain yang mempengaruhi nilai C adalah air tanah, derajat kepadatan tanah, porositas tanah, dan simpanan depresi.

Analisis Debit Banjir

Perhitungan debit banjir menggunakan metode rasional.

Rumus Metode Rasional :

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

Keterangan:

Q = Debit maksimum (m³/det)

C = Koefisien limpasan

I = Intensitas hujan (mm)

A = Luas daerah aliran (km²)

Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dilakukan untuk mendapatkan kapasitas tampungan saluran sesuai dengan kondisi eksisting saluran. Berikut merupakan rumus yang dapat digunakan adalah sebagai berikut:

$$Q = V \cdot A$$

Keterangan:

Q = Debit hidrolika (m^3/det)

A = Luas penampang saluran (m^2)

V = Kecepatan aliran (m/dt)

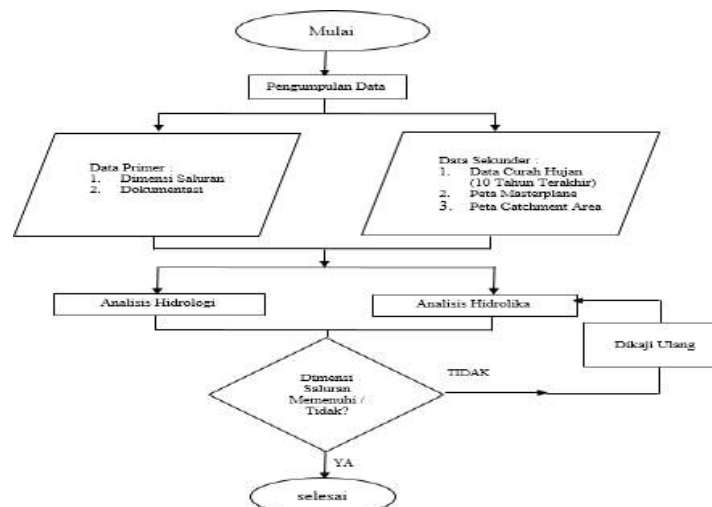
Sumur Resapan

Pada dasarnya sumur resapan berupa lubang-lubang galian yang dibuat di pekarangan atau diperkebunan, dan persawahan sebagai penampungan air hujan : Ukuran dan dimensi sumur resapan ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

- Karakteristik hujan, yaitu intensitas hujan, durasi hujan, selang waktu hujan. Intensitas hujan dengan durasi yang panjang akan menyebabkan semakin banyaknya sumur resapan yang diperlukan, sedangkan jika selang waktu hujan semakin panjang menyebabkan sumur resapan yang diperlukan semakin sedikit.
- Luas permukaan penutup. Luasan ini adalah luasan lahan di mana air hujan yang jatuh di permukaannya akan ditampung oleh sumur resapan, meliputi luas atap, lapangan parkir, ataupun perkerasan \pm perkerasan yang lain.
- Tinggi muka air tanah, jika muka air tanah dalam maka akan diperlukan banyak sumur resapan untuk memperbaiki muka air tanah yang ada. Sedangkan untuk muka air tanah yang dangkal sumur resapan kurang efektif seperti pada daerah pantai ataupun rawa.
- Koefisien permeabilitas tanah, semakin tinggi nilai koefisien permeabilitas tanah maka semakin cepat kecepatan air untuk meresap.

METODE

Berikut merupakan tahapan dalam penelitian ini ditunjukkan dalam bagan alir berikut ini:



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Curah Hujan Rerata Daerah

Dalam analisis ini diperlukan data curah hujan Kawasan yang diperoleh dari rata – rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada didalam dan disekitar Kawasan tersebut. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data yang diambil dari Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga kota Surabaya. Khususnya data pos penakar curah hujan yang terdekat dari lokasi penelitian, yaitu Stasiun Gunung Sari, Stasiun Kebon Agung, dan Stasiun Wonokromo. Data curah hujan yang di dapat yaitu dari tahun 2009 – 2018 atau 10 tahun terakhir.

Berikut analisis curah hujan selama 10 tahun terakhir Stasiun Kandangan, Stasiun Simo, dan Stasiun Gunungsari :

Tabel 1. Analisis Curah Hujan Rerata Daerah

No	Tahun	Stasiun Gunung Sari (mm)	Stasiun Kebon Agung (mm)	Stasiun Wonokromo (mm)	Curah Hujan Rata - Rata R(mm)
1	2009	78	76	104	86
2	2010	114	109	110	111
3	2011	102	97	98	99
4	2012	102	106	102	103.33
6	2014	85.5	-	83	56.17
7	2015	-	68	63	43.67
8	2016	94	81	79	84.67
9	2017	120	112	114	115.33
10	2018	85	-	73	52.67
Jumlah		857.5	649	913	806.51
Rata - Rata		85.75	64.9	91.3	80.651

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Hasil Analisis Intensitas Curah Hujan

Berikut merupakan hasil analisis intensitas curah hujan menggunakan rumus mononobe:

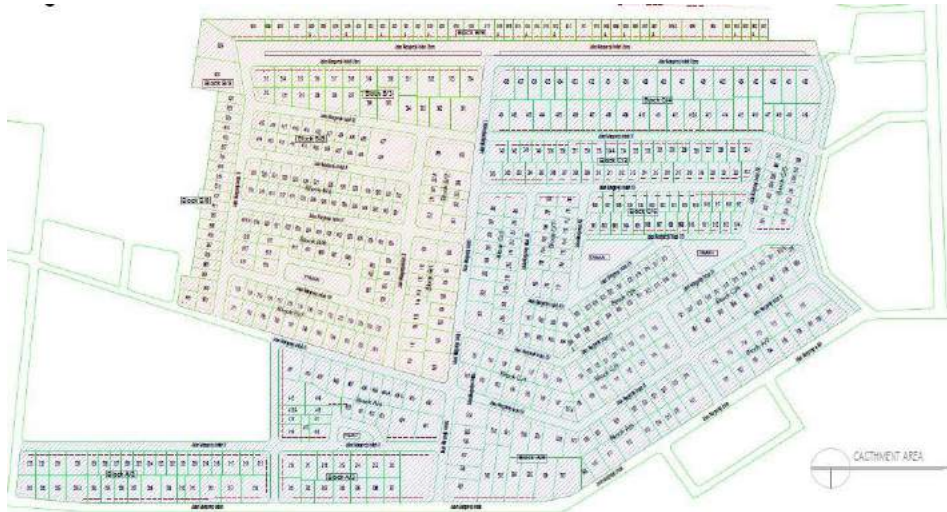
Tabel 2 Analisis Intensitas Curah Hujan Periode 2, 5, 10 Tahun

Periode Ulang T (Tahun)	R24 (mm/jam)	Tc (Jam)	I (mm/jam)
2 Tahun	47,04	1,355123	13,45
5 Tahun	57,77	1,355123	16,51
10 Tahun	80,50	1,355123	23,01

(Sumber : Hasil Analisis, 2020)

Daerah Tangkapan Air (*Catchment Area*)

Catchment area adalah suatu daerah tadah hujan dimana air yang mengalir pada permukaan ditampung oleh saluran – saluran yang ada di wilayah aliran DAS nya. Berdasarkan hasil perhitungan maka diperoleh luas Catchment Area I adalah 24 ha dan luas *catchment area* 2 adalah 13 ha. Dalam penelitian ini dilakukan analisis pada *catchment area* 1 saja.



Gambar 2 Luas Catchment Area

Analisis Koefisien Pengaliran

Berikut merupakan hasil analisis perhitungan koefisien pengaliran. Pada daerah penelitian terdapat 3 jenis tata guna lahan, yaitu perkampungan, paving dan rawa tanah berat. Perhitungan nilai C ditunjukkan pada tabel 3

Tabel 3. Perhitungan Koefisien Pengaliran

No	Komposisi	Deskripsi	Nilai C (Ci)	Luas Ai (Ha)
1	Perumahan	Perkampungan	0.4	21.70
2	Perkerasan	Paving	0.7	1.80
3	Hutan	Rawa tanah berat	0.45	0.50
TOTAL				24.00

(Sumber : Hasil Analisis, 2020)

Analisis Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana dipengaruhi oleh koefisien pengaliran, koefisien penyebaran hujan, Intensitas Curah Hujan, dan Luas DAS yang masuk ke saluran. Untuk menghitung debit banjir rencana digunakan metode rasional.

$$\begin{aligned}
 Q &= 0,0278 \times C \times I \times A \\
 &= 0,0278 \times 0,423541667 \times 23,01 \times 24 \\
 &= 0,650 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dilakukan untuk mengetahui system drainase yang direncanakan sesuai dengan persyaratan. Analisis ini diantaranya perhitungan kapasitas saluran dan perencanaan saluran.

Tabel 4 Data Eksisting Saluran

Saluran / Block	Lebar Saluran (b)	Tinggi Saluran (h)	Panjang Saluran (L)	Koefisien Manning (n)	Lebar Saluran (m)	Kemiringan
B1	0.45	0.75	172	0.012	0.05	0.000581
B2	0.45	0.75	108.30	0.012	0.05	0.001385
B3	0.50	0.68	255	0.012	0.16	0.001586
B4	0.34	0.69	201	0.012	0.50	0.00199
B5	0.15	0.52	201	0.012	0.17	0.00199
B6	0.24	0.36	208	0.012	0.10	0.001923
B7	0.20	0.40	206.20	0.012	0.10	0.001939
B8	0.45	0.45	335.60	0.012	0.10	0.001191
B9	0.30	0.65	693.8	0.012	0.10	0.000576

(Sumber: Hasil Survey, 2020)

Tabel 5 Perhitungan Debit Saluran Existing

Tipe Saluran	Luas Penampang Basah (A)	Keliling Basah (P)	Jari - Jari Hidrolis (R)	Kecepatan Aliran (v)	Debit Saluran Existing (Qs)
B1	0,365625	1,95	0,19	0,654	0,293
B2	0,365625	1,95	0,19	1,010	0,369
B3	0,4140	1,88	0,22	1,199	0,496
B4	0,4727	1,88	0,25	1,473	0,696
B5	0,1240	1,20	0,10	0,810	0,100
B6	0,09936	0,96	0,10	0,798	0,079
B7	0,096	1,00	0,10	0,761	0,073
B8	0,22275	1,35	0,16	0,858	0,191
B9	0,23725	1,61	0,15	0,555	0,132

(Sumber : Hasil Analisis, 2020)

Evaluasi Drainase Perumahan Margorejo Indah

Berdasarkan perhitungan tersebut, didapat nilai Qhidrologi dan Qhidrolika Eksisting. Sehingga perhitungan evaluasi dapat dilakukan dengan membandingkan debit yang lebih besar, dari Qhidrolika atau Qeksisting. Apabila nilai Qhidrolika lebih besar dari nilai Qhidrologi maka penampang dapat dianggap aman untuk menampung debit yang masuk. Sebaliknya, apabila Qhidrologi lebih besar dari Qhidrolika, maka penampang saluran eksisting tidak aman untuk menampung debit yang masuk dan dibutuhkan perencanaan saluran baru.

Tabel 6. Hasil Evaluasi Saluran Drainase

Saluran	Qhidrologi (PUH 10 th)	Qhidrolika m ³ /det	Keterangan Qhidrologi < Qhidrolika
	m ³ /det		
B1	0,352321	0.239178308	TIDAK OKE
B2	0,352321	0,36916236	OKE
B3	0,352321	0,496219634	OKE
B4	0,352321	0,695984743	OKE
B5	0,352321	0,100423536	TIDAK OKE
B6	0,352321	0,079241425	TIDAK OKE
B7	0,352321	0,073103585	TIDAK OKE
B8	0,352321	0,191207015	TIDAK OKE
B9	0,352321	0,131791934	TIDAK OKE

(Sumber : Hasil Analisis, 2020)

Permeabilitas

Berikut merupakan nilai permeabilitas berdasarkan hasil survey dan perhitungan dilapangan.

Tabel 7. Nilai Permeabilitas

Titik Sampel	Nilai Permeabilitas			
	cm/detik	cm/mnt	m/detik	m/hari
1	0,00412	0,2472	0,0000412	3,55
2	0,00262	0,1572	0,0000262	2,26
3	0,00624	0,3744	0,0000624	5,39
Rata- Rata	0,004326	0,2596	0,0000432	3,73

(Sumber : Hasil Analisis, 2020)

Analisis Kedalaman Sumur Optimum Periode Ulang 10 Tahun

$$\begin{aligned}
 Q_{h10} &= 0,00278 \times C \times I \times A_{Das} \\
 &= 0,00278 \times 0,423513514 \times 23,01 \times 0,063 \\
 &= 0,00167 \text{ m}^3/\text{dt}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H &= \frac{Q}{FK} \left[1 - e^{-\left(\frac{FKT}{\pi r^2}\right)} \right] \\
 &= \frac{0,00167}{6,28 \cdot 4,32 \cdot 10^{-5}} \left[1 - e^{-\left(\frac{6,28 \cdot 4,32 \cdot 10^{-5} \cdot 3600}{\pi 1,2^2}\right)} \right] \\
 &= 6,1525 \times 0,1943 \\
 &= 1,465 \text{ m} \sim 1,50 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

- H = Kedalaman sumur (m)
- Q = Debit hujan pada catchment area per blok = 0,00167 m³/det
- F = Faktor Geometrik sumur resapan type 4 = 6,28
- K = Permeabilitas tanah (m/detik) = 0,00004312 m/det
- T = Durasi aliran (detik) = 3600 det

Sumur Resapan dengan Penampang Persegi Periode Ulang 10 Tahun Catchment Area 1

Perhitungan volume andil banjir sumur resapan

$$\begin{aligned}
 V_{ab} &= 0,855 \cdot C_{tadah} \cdot A_{tadah} \cdot R \\
 &= 0,855 \cdot 0,42 \cdot 633 \cdot 23,01 \\
 &= 5230 \text{ liter} \\
 &= 5,23 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan volume air hujan yang meresap, terlebih dahulu ditentukan diameter sumur (Dsumur) dan kedalaman rencana sumur (Hrencana). Untuk asumsi ditetapkan:

$$\begin{aligned}
 D_{sumur} &= 1,2 \text{ m} \\
 H_{rencana} &= 1,5 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi diameter sumur resapan 1,2 m dan kedalaman sumur 1,5 m Selanjutnya, perhitungan waktu volume air hujan yang meresap.

$$\begin{aligned}
 t_e &= 0,9 \cdot R^{0,92} / 60 \\
 t_e &= 0,9 \cdot (80,651)^{0,92} / 60 \\
 t_e &= 51,084 \text{ menit} \\
 t_e &= 0,8514 \text{ jam.}
 \end{aligned}$$

Jadi waktu volume air hujan yang meresap ke dalam tanah adalah 51,084 menit atau 0,8514 jam

Perhitungan Atotal sumur:

$$\begin{aligned} \text{Asumur} &= \text{luas dinding} + \text{luas alas} \\ \text{Asumur} &= (4 \times L \times H) + (L)^2 \\ \text{Asumur} &= (4 \times 1,2 \times 1,5) + (1,2)^2 \\ \text{Asumur} &= 7,200 + 1,440 = 8,640 \text{ m}^2 \\ \text{Jadi luas total sumur adalah } &8,640 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Nilai permeabilitasnya diambil dari rata-rata nilai faktor peresapan pada 3 titik percobaan, yang dapat dihitung dengan cara berikut:

$$\begin{aligned} k &= 1/\text{Faktor resapan rata-rata dari 3 titik percobaan} \\ &= 1/ 2,538 \\ k &= 0,2596 \text{ cm/menit} \\ k &= 3,73 \text{ m/hari} \end{aligned}$$

Jadi nilai permeabilitas pada Perumahan Margorejo Indah Surabaya di Tinjau dari 3 titik percobaan sebesar 3,73 m/hari

Analisis Volume Air yang Meresap

Semua hasil perhitungan yang telah dicari, disubstitusikan ke dalam rumus:

$$\begin{aligned} V_{rsp} &= te/24. A_{total} \text{ sumur} \cdot k \\ V_{rsp} &= 0,8514/24. 8,640 \cdot 3,73 \\ V_{rsp} &= 1,143 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Jadi untuk volume air hujan yang meresap pada sumur resapan adalah 1.143 m³

Analisis Volume Penampung Air Hujan

Untuk volume penampungan (storasi) air hujan, digunakan rumus:

$$\begin{aligned} V_{storasi} &= V_{ab} - V_{rsp} \\ &= 5,23 - 1,143 \\ &= 4,087 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volume penampungan air hujan adalah 4,0873 m³

Analisis Jumlah Sumur Resapan

Penentuan jumlah sumur resapan air hujan terlebih dahulu dengan menghitung Htotal.

$$\begin{aligned} H_{total} &= V_{ab} - V_{rsp}/Ah \\ &= 4,087 / 1,440 \\ &= 2,647 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi kedalam total sumur resapan pada catchment area I adalah 2,647 m atau jumlah sumur sebanyak **2 buah sumur resapan**

Besarnya Debit Setelah Ada Sumur Resapan Periode Ulang 10 Tahun Catchment Area 1

Luas area 24 ha = 240000 m²

Luas area dengan 1316 jiwa

Luas area per jiwa = 240000 / 1316
= 182,370 di bulatkan 180 m²

Dengan komposisi:

Perumahan : 40% x 180 m² = 72 m² C = 0,40

Hutan : 40% x 180 m² = 72 m² C = 0,45

Paving/jalan : 20% x 180 m² = 36 m² C = 0,70

Maka koefisien limpasannya adalah 0,647.

Karena aliran dari area rumah masuk ke dalam sumur resapan, maka aliran yang masuk ke saluran drainase adalah aliran dari hutan 40% dan paving/jalan 20%. Total aliran yang masuk adalah 60%. Sehingga koefisien limpasannya menjadi 0,53.

Besarnya Debit Setelah Ada Sumur Resapan:

$$\begin{aligned} Q_{h10} &= 0,00278 \times C \times I \times A_{das} \\ &= 0,00278 \times 0,53 \times 23,01 \times (60\% \times 24 \text{ ha}) \\ &= 0,4746 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Jadi terjadi pengurangan debit sebesar 0,7126 - 0,4746 = 0,238

$$\begin{aligned} \text{Atau} &= 0,238 / 0,7126 = 0,3398 \\ &= 0,3398 \times 100 = 33,98 \% \end{aligned}$$

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapasitas saluran drainase rata-rata yang terdapat di Wilayah Perumahan Margorejo Indah Kota Surabaya sebesar 0,2640 m³/dtk.
2. Debit rencana periode ulang 10 tahun pada saluran lingkungan di Wilayah Perumahan Margorejo Indah Kota Surabaya 0,3520 m³/dtk.
3. Dimensi sumur resapan yang dibutuhkan untuk mengatasi banjir pada area perumahan Margorejo Indah Surabaya adalah diameter 1,2 m dan kedalaman 1,50 m dengan jumlah 2 buah sumur pada catchment area 1.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti ingin mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT, serta terima kasih kepada institusi Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya yang telah bersedia memberikan dana dalam penelitian ini; sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik dan lancar.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Amin, B. 2010. Perancangan Sumur Resapan Untuk Konservasi Air Tanah.
Br., Sriharto, 1993, Analisis Hidrologi, PT.Gramedia Pustaka Utama Jakarta
Linsley, R.k.,Franzini, J.B dan Sasongko, D.1991. Teknik Sumber Daya Air. Erlangga.
Jakarta.
Sorodarsono,S. dan Takeda, K.1999. hidrologi Untuk Pengairan. Pradnya Paramita.
Jakarta.
Soemarto,C. D., 1995, Hidrologi Teknik, Erlangga. Jakarta.
Suripin, 2004,Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Andi,Yogyakarta.