

---

## Studi Sistem Drainase Resapan di Wilayah Karang Anyar Kota Tarakan

Asta<sup>1</sup>, Rosmalia Handayani<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Universitas Borneo Tarakan, Jurusan Teknik Sipil  
Email: <sup>1</sup>salsa\_sah@yahoo.com, <sup>2</sup>rosmaliahandayani@gmail.com

Received 10 Desember 2017; Reviewed 19 Desember 2017; Accepted 27 Desember 2017

<http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/borneoengineering>

---

### Abstract

*Tarakan City is one city that is often flooded during the rainy season it is in because of the narrow drainage system and due to the accumulation of garbage other than one of the factors that affect flooding is tidal. For the central Tarakan Region, specifically in the region of Karang Anyar Central Tarakan that is Seroja, Kenanga and mawar street flood that occurred due to the drainage system which is not good. And population growth is rapidly increasing and the growth of residential construction and industry as well as other supporting facilities are not balanced with the development of the drainage system. Increase the number of discharges that come out due to the increase of housing and other buildings are often already do not meet the capacity of its maximum capacity on existing drainage channels. The research is conducted by doing a survey in the field to obtain primary data and secondary data which will then be processed using the method ISO No. 03-2459-2002 about general and technical requirements infiltration wells, this standard is a revision of ISO No. 03-3459-2991. The result of the field trial showed that the infiltration rate as measured by the single ring infiltrometer on seroja street at 6cm/hour, on kenanga street by 6 cm/hour, and mawar street by 9cm/hour. Each infiltration wells are planned at each house is capable of reducing flood discharge as much as 0.00254m<sup>3</sup>/sec at seroja street, kenanga street 0.00282 m<sup>3</sup>/sec and 0.0034m<sup>3</sup>/sec on mawar street. Under the assumption 70 % of homes in the study area using infiltration wells.*

**Keywords:** Drainage infiltration, Infiltration wells, Infiltration, Permeability

### Abstrak

*Kota Tarakan merupakan salah satu kota yang sering dilanda banjir pada saat musim hujan hal ini di karenakan sistem drainase yang semakin sempit dan akibat penumpukan sampah selain itu salah satu faktor yang mempengaruhi banjir adalah pasang surut air laut. Untuk wilayah tarakan tengah, khusus pada wilayah Tarakan Tengah kawasan karang anyar yaitu jalan seroja, jalan kenanga dan jalan mawar banjir yang terjadi diakibatkan sistem drainase yang tidak baik dan pertambahan jumlah penduduk yang semakin pesat dan pertambahan pembangunan pemukiman/ perumahan dan industri serta fasilitas penunjang lainnya tidak diimbangi dengan perkembangan sistem drainase. Pertambahan jumlah debit yang keluar akibat pertambahan jumlah perumahan dan bangunan lainnya sering kali sudah tidak memenuhi kapasitas tampungnya pada saluran drainase yang sudah ada. Cara penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan survei di lapangan untuk mendapatkan data primer maupun data sekunder yang kemudian akan diolah dengan menggunakan metode SNI No.03-2459-2002 tentang persyaratan umum dan teknis sumur resapan, standar ini merupakan hasil revisi dari SNI No.03-3459-2991. Hasil percobaan dilapangan menunjukkan bahwa laju infiltrasi yang diukur dengan single ring infiltrometer pada jalan seroja sebesar 6 cm/jam, pada jalan kenanga sebesar 6 cm/ jam, dan jalan mawar sebesar 9 cm/jam. Setiap sumur resapan yang direncanakan pada tiap rumah mampu mereduksi debit banjir sebanyak 0.00254 m<sup>3</sup>/detik pada jalan seroja, 0.00282 pada jalann kenanga, dan 0.00344 pada jalan Mawar. Dengan asumsi 70% rumah dikawasan studi menggunakan sumur resapan.*

**Kata Kunci:** Drainase resapan, Sumur resapan, Infiltrasi

## 1. Pendahuluan

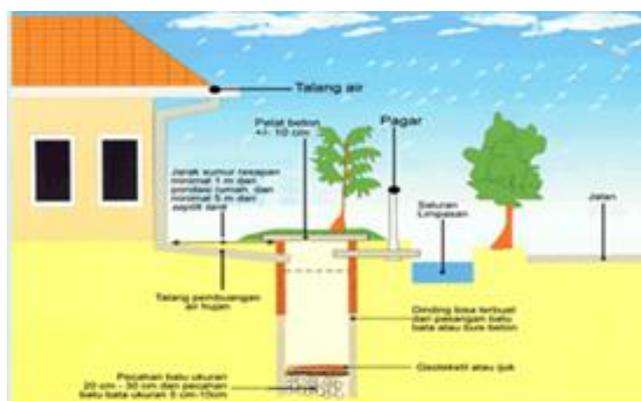
Pengembangan pemukiman yang pesat mengakibatkan makin berkurangnya daerah resapan air hujan, konsep drainase yang secara umum diterapkan hampir seluruh wilayah saat ini adalah konsep drainase konvensional, dimana konsep tersebut sudah mulai banyak dievaluasi. Konsep ini memiliki paradigma penanganan drainase dengan prinsip bahwa seluruh air hujan yang jatuh disuatu wilayah harus secepat-cepatnya dibuang kesungai atau saluran drainase. Jika semua air hujan dialirkan secepat-cepatnya kesungai tanpa diupayakan agar air mempunyai waktu cukup untuk meresap kedalam tanah, semakin lama akan berakibat fatal karena sungai-sungai akan menerima beban yang melampaui dari kapasitasnya, sehingga sungai meluap dan mengakibatkan terjadinya genangan.

Kota Tarakan merupakan salah satu kota yang sering dilanda banjir pada saat musim hujan hal ini di karenakan sistem drainase yang semakin sempit dan akibat penumpukan sampah selain itu salah satu faktor yang mempengaruhi banjir adalah pasang surut air laut. Untuk wilayah tarakan tengah, khusus pada wilayah Tarakan Tengah kawasan Karang Anyar yaitu jalan Seroja, jalan Kenanga dan jalan Mawar banjir yang terjadi diakibatkan sistem drainase yang tidak baik. Dan pertambahan jumlah penduduk yang semakin pesat dan pertambahan pembangunan pemukiman/ perumahan dan industri serta fasilitas penunjang lainnya tidak diimbangi dengan perkembangan sistem drainase. Pertambahan jumlah debit yang keluar akibat pertambahan jumlah perumahan dan bangunan lainnya sering kali sudah tidak memenuhi kapasitas tampungnya pada saluran drainase yang sudah ada.

Penelitian dilakukan untuk mengetahui laju infiltrasi yang terjadi pada daerah sumur resapan dan besar total reduksi debit banjir jika menggunakan sumur resapan. Batasan masalah hanya menghitung besar debit genangan dan merencanakan sistem drainase resapan, lokasi yang ditinjau adalah drainase Karang Anyar Kota Tarakan khususnya, Jalan Seroja, Jalan Kenanga dan Jalan Mawar, untuk data curah hujan yang digunakan adalah data curah hujan parsial.

## 2. Kajian Pustaka dan Dasar Teori

Sumur resapan merupakan skema sumur atau lubang pada permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan agar dapat meresap ke dalam tanah. Sumur resapan ini kebalikan dari sumur air minum. Sumur resapan merupakan lubang untuk memasukkan air kedalam tanah, sedangkan sumur air minum berfungsi untuk menaikkan air tanah ke permukaan. Dengan demikian, konstruksi dan kedalamannya berbeda. Sumur resapan digali dengan kedalaman di atas muka air tanah, sedangkan sumur air minum digali lebih dalam lagi atau di bawah muka air tanah (Kusnaedi, 2011).



Gambar 1: Sketsa Sumur Resapan

## 2.1. Fungsi Sumur Resapan

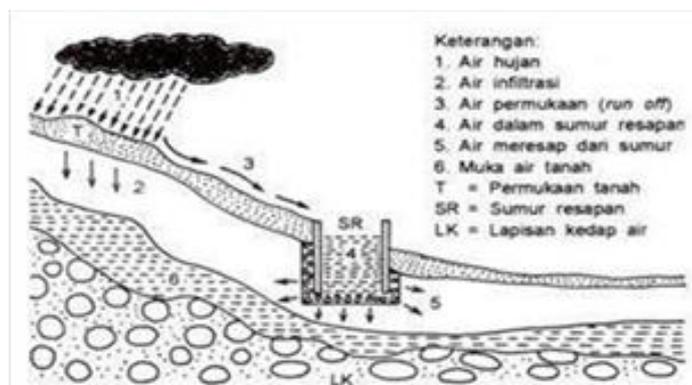
Penerapan sumur resapan sangat dianjurkan dalam kehidupan sehari-hari. Fungsi utama dari sumur resapan bagi kehidupan manusia dapat dibagi menjadi tiga fungsi utama, yaitu:

1. Pengendali banjir
2. Konservasi air tanah
3. Menekan laju erosi

## 2.2. Prinsip dan Teori Kerja Sumur Resapan

Prinsip kerja sumur resapan adalah menyalurkan dan menampung air hujan kedalam lubang atau sumur agar air dapat memiliki waktu tinggal dipermukaan tanah lebih lama sehingga sedikit demi sedikit air dapat meresap kedalam tanah.

Tujuan utama dari sumur resapan adalah memperbesar masuknya air ke dalam akuifer tanah sebagai air resapan (infiltrasi). Dengan demikian, air akan lebih banyak masuk kedalam tanah dan sedikit yang mengalir sebagai aliran permukaan (runoff). Dibawah tanah, air yang meresap ini akan merembes masuk kedalam 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 (watertable) dimana dibawahnya ada air tanah (ground water) yang terperangkap dalam lapisan akuifer. Dengan demikian, masuknya air hujan kedalam tanah akan membuat imbuhan air tanah akan menambah jumlah air tanah dalam lapisan akuifer, sebagai media yang secara langsung berhubungan dengan lapisan tanah, dalam pengoperasiannya sumur resapan sesungguhnya mengandalkan kemampuan tanah dalam meresapkan air. Oleh karena itu perencanaan dimensi sumur resapan berangkat dari sifat fisik tanah khususnya harus bertitik tolak pada keadaan daya rembes tanahnya. Dengan prinsip kerja dari sumur resapan tersebut, maka jika kita ingin 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 genteng atap rumah yang nantinya mengalir menuju talang air. Dari talang, air kita salurkan kesumur 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 kedalam selokan atau got tersebut dapat mengalir menuju sumur resapan. Untuk membuang kelebihan air yang masuk kedalam sumur resapan, kita bias membuat pipa pembuangan, yang nantinya berfungsi mengalirkan kelebihan air didalam sumur resapan menuju saluran drainase/saluran pembuang seperti **Gambar 2**. Prinsip Kerja Sumur Resapan Penampung Air Hujan.



**Gambar 2: Prinsip Kerja Sumur Resapan Penampungan Air Hujan**

Semakin banyak air yang mengalir kedalam tanah berarti akan banyak tersimpan air tanah dibawah permukaan bumi. Air tersebut dapat dimanfaatkan kembali melalui sumur-sumur atau mata air yang dapat dieksplorasi 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.

### 2.3. Persyaratan Umum dan Teknis Sumur Resapan

Pada SNI No.03-2459-2002 dijelaskan tentang persyaratan umum dan teknis sumur resapan, standar ini merupakan hasil revisi dari SNI No.03-2459-1991. Persyaratan umum yang harus dipenuhi antara lain sebagai berikut:

1. Sumur resapan air hujan di tempatkan pada lahan yang relative datar.
2. Air yang masuk kedalam 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.

### 2.4. Perencanaan Dimensi Sumur Resapan

Dimensi sumur resapan ditentukan oleh beberapa faktor yaitu tinggi muka air tanah, intensitas hujan, lama hujan, luas penampang tampungan dan koefisien Permeabilitas tanah. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada pembahasan dibawah ini:

1. Tinggi muka air tanah  
Dasar bangunan sumur resapan akan efektif apabila terletak diatas muka air tanah. Oleh karena itu diperlukan peta sebaran muka preatik daerah penelitian yang menggambarkan distribusi tinggi muka air tanah.
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 adalah kemampuan tanah dalam melewatkan air sebagai fungsi dari waktu. Kemampuan tanah dalam meresapkan air hujan yang ditampung ditentukan oleh koefisien permeabilitas ini.

### 2.5. Uji Permeabilitas

Permeabilitas adalah kecepatan air tanah yang bergerak pada pori – pori batuan dan dinyatakan dalam notasi m/hari. Prinsip kerjanya adalah pembuatan lubang bor atau pada dalam kedalaman tertentu. Penentuan harga nilai koefisien permeabilitas (K).

$$\tan a = \frac{(\log (h_o + r / 2) - \log (h_t + r/2))}{t} \quad (1)$$

## 2.6. Perencanaan Sumur Resapan

Dalam analisis perencanaan sumur resapan, air hujan yang mengalir kedalam sumur resapan hanya air hujan yang jatuh melalui atap bangunan saja. Sedangkan air yang jatuh diareal lain tidak diperhitungkan. Karena jika air yang jatuh diareal lain dialirkan ke dalam sumur resapan, maka partikel tanah yang terbawa oleh air akan mengganggu kinerja sumur resapan tersebut. Dengan persamaan Sunjoto untuk dimensi sumur resapan, dapat dilakukan analisis teoritis sebagai berikut:

$$Q_{\text{atap}} = 0.00278 \times C \times I \times A \quad (2)$$

Dimana:

C = koefisien aliran permukaan ( $0 \leq C \leq 1$ )

A = luas kawasan perumahan ( $m^2$ )

I = panjang saluran (m)

Debit resapan air yang masuk ke dalam sumur resapan dapat diperoleh dengan,

$$Q_{\text{resapan}} = F \times K \times H \quad (3)$$

Dimana :

$Q_{\text{resapan}}$  = debit resapan ( $m^3/\text{detik}$ )

F = faktor Geometrik

K = Koefisien Permeabilitas tanah

H = Kedalaman sumur resapan

Untuk Kapasitas Sumur Resapan dapat dihitung dengan,

$$V_{\text{sumur}} = 3.14 \times R^2 \times H \quad (4)$$

Dimana:

R = Jari – jari Sumur

H = Kedalaman Sumur Resapan

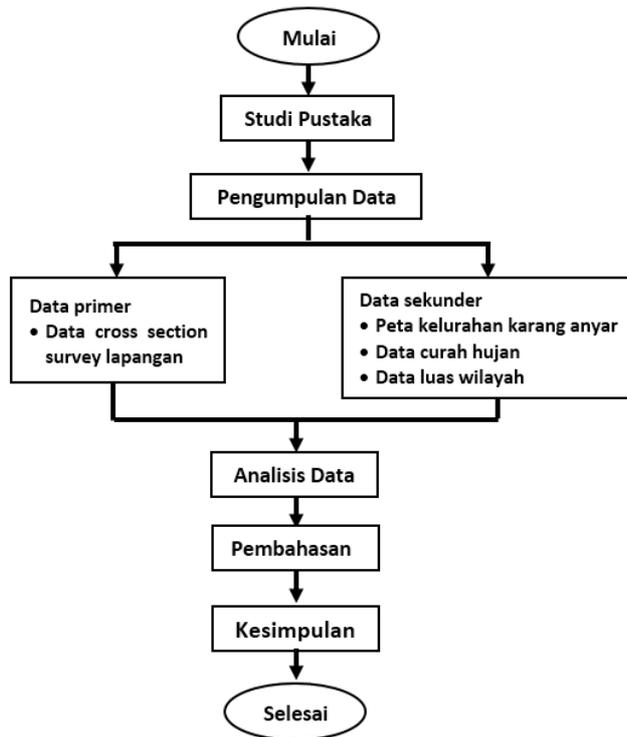
## 3. Metode Penelitian

Lokasi yang ditinjau adalah drainase Karang Anyar Kota Tarakan khususnya, Jalan Seroja, Jalan Kenanga dan Jalan Mawar, Dalam penelitian ini dibuat diagram alir penelitian seperti yang ditampilkan pada **Gambar 3**

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1. Analisa Infiltrasi

Analisis infiltrasi bertujuan untuk mengetahui laju infiltrasi air daerah penelitian dan untuk itu dibutuhkan data hasil laju infiltrasi menggunakan alat single ring infiltrometer. Berikut hasil pengukuran infiltrasi yang dilakukan, dengan satu lokasi dua sampel pengukuran dapat dilihat pada **Tabel 1**



Gambar 3: Diagram Alir Penelitian

Tabel 1 Hasil Pengukuran

No	T (menit)	Waktu Kumulatif (menit)	Penurunan (cm)	fo (cm/jam)	fc (cm/jam)	Log (fo-fc)
1	3	0.05	0.3	6	6	0
2	4	0.067	0.3	18	6	1.079
3	5	0.083	0.2	12	6	0.778
4	6	0.100	0.1	6	6	0
5	7	0.117	0.2	12	6	0.778
6	8	0.133	0.1	6	6	0
7	9	0.150	0.1	6	6	0
8	10	0.167	0.1	6	6	0

#### 4.2. Uji Permeabilitas

$$\begin{aligned}
 \tan a &= \frac{(\log(h_0+r/2) \log(h_t+r/2))}{t} \\
 &= \frac{\log(2.4 + (10/2)) - \log(0.1 + (10/2))}{50} \\
 &= \frac{0.161661544}{50} \\
 &= 0.0032
 \end{aligned}$$

$$K = 1.15 r \tan a$$

$$K = 0.0372 \text{ cm/detik}$$

**Tabel 2. Jarak Minimum Sumur Resapan Dari Bangunan Air**

No	Jenis Bangunan	Jarak Minimal dari Sumur Resapan
1	Sumur Air Bersih	3
2	Pondasi	1
3	Septitank	5

Dengan persamaan Sunjoto untuk dimensi sumur resapan, dapat dilakukan analisis teoritis sebagai berikut:

$$Q_{\text{atap}} = 0.00278 \times C \times I \times A$$

- Debit air masuk atap Jalan Seroja

$$\begin{aligned} Q_{\text{atap}} &= 0.00278 \times 0.95 \times 18.0896 \times 0.074 \\ &= 0.00354 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

- Debit air masuk atap jalan kenanga

$$\begin{aligned} Q_{\text{atap}} &= 0.00278 \times 0.95 \times 18.0896 \times 0.08 \\ &= 0.00382 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

- Debit air masuk atap Jalan Mawar

$$\begin{aligned} Q_{\text{atap}} &= 0.00278 \times 0.95 \times 18.0896 \times 0.072 \\ &= 0.00344 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dimensi sumur resapan tampang lingkaran

Dimensi sumur rencana = 1,5 m

Kedalaman sumur rencana (H) = 2.5 m

Faktor Geometri = 5,5 x R

Debit resapan air yang masuk ke dalam resapan Jalan Seroja

$$\begin{aligned} Q_{\text{rembesan}} &= F \times K \times H \\ &= 4,125 \times 0,01262 \times 2,5 \\ &= 0,001 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Debit resapan air yang masuk ke dalam resapan Jalan Kenanga

$$\begin{aligned} Q_{\text{rembesan}} &= F \times K \times H \\ &= 4,125 \times 0,012817 \times 2,5 \\ &= 0,001 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Debit resapan air yang masuk kedalam resapan Jalan Mawar

$$\begin{aligned} Q_{\text{rembesan}} &= F \times K \times H \\ &= 4,125 \times 0,035733 \times 2,5 \\ &= 0,001 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Debit yang tereduksi di jalan Seroja

$$Q_{\text{reduksi}} = Q_{\text{masuk}} - Q_{\text{rembesan}} = 0.00354 - 0.001 = 0.00254 \text{ m}^3$$

Debit yang tereduksi di jalan Kenanga

$$Q_{\text{reduksi}} = Q_{\text{masuk}} - Q_{\text{rembesan}} = 0.00382 - 0.001 = 0.00282 \text{ m}^3$$

Debit yang tereduksi di jalan mawar

$$Q_{\text{reduksi}} = Q_{\text{masuk}} - Q_{\text{rembesan}} = 0.0344 - 0.001 = 0.00344 \text{ m}^3$$

Kapasitas sumur resapan

$$V_{\text{sumur}} = 3.14 \times R^2 \times H$$

$$= 3.14 \times 0.75^2 \times 2.5$$

$$= 4.420 \text{ m}^3$$

- Waktu yang diperlukan pengisian sumur di Jalan Seroja

$$T_{\text{sumur}} = \frac{V_{\text{sumur}}}{Q_{\text{reduksi}}} = \frac{4.420}{0.00254} = 1740.157 \text{ detik} = 0.483377 \text{ jam}$$

- Waktu pengisian sumur di jalan Kenanga

$$T_{\text{sumur}} = \frac{V_{\text{sumur}}}{Q_{\text{reduksi}}} = \frac{4.420}{0.00282} = 1567.376 \text{ detik} = 0.435382 \text{ jam}$$

- Waktu pengisian sumur di jalan Mawar

$$T_{\text{sumur}} = \frac{V_{\text{sumur}}}{Q_{\text{reduksi}}} = \frac{4.420}{0.00244} = 1811.475 \text{ detik} = 0.503188 \text{ jam}$$

Dengan analisis diatas waktu yang diperlukan untuk mengisi penuh sumur resapan di jalan Seroja dengan kedalaman 2.5 meter adalah 0.49 jam, jalan Kenanga 0.44 jam, dan di jalan Mawar 0.50 jam, dengan muka air tanah > kedalaman sumur resapan. Dengan mengambil asumsi 70% rumah akan menerapkan sistem sumur resapan maka daya tampung sumur resapan keseluruhan adalah :

- Jalan seroja  $V_{\text{sumur total}} = 70\% \times 275 \times 4.420 = 850.50 \text{ m}^3$
- Jalan Kenanga  $V_{\text{sumur total}} = 70\% \times 382 \times 4.420 = 1181.908 \text{ m}^3$
- Jalan Mawar  $V_{\text{sumur total}} = 70\% \times 56 \times 4.420 = 173.264 \text{ m}^3$

**Tabel 3. Debit Banjir Yang Terjadi**

No	Jalan	Debit Banjir Total (m <sup>3</sup> /dtk)	Debit Banjir Rumah (m <sup>3</sup> /dtk)	Debit Banjir Halaman Terbuka (m <sup>3</sup> /dtk)	Debit Resapan Drainase (m <sup>3</sup> /dtk)	Debit resapan sumur (m <sup>3</sup> /dtk)
1	Seroja	0.084	0.00035	0.0297	0.5504	0.00254
2	Kenanga	0.2137	0.00039	0.0715	0.5397	0.00282
3	Mawar	0.0184	0.00034	0.0063	0.2615	0.00344

Setelah drainase resapan diterapkan pada rumah, debit banjir rumah yang pada awalnya sebesar 0.0297 m<sup>3</sup>/detik pada jalan Seroja dapat direduksi sebesar 0.00254 m<sup>3</sup>/detik atau . Sehingga setelah penerapan drainase resapan debit banjir pada rumah menjadi 0.02716 m<sup>3</sup>/detik. Pada jalan Kenanga debit banjir rumah awalnya sebesar 0.071 m<sup>3</sup>/detik dapat direduksi sebesar 0.00428 m<sup>3</sup>/detik setelah penerapan drainase resapan debit banjir rumah menjadi 0.00428 m<sup>3</sup>/detik. Dan pada jalan Mawar debit banjir awalnya sebesar 0.0063 dapat direduksi menjadi 0.00344 m<sup>3</sup>/detik setelah penerapan drainase resapan menjadi 0.0286 m<sup>3</sup>/detik.

Tabel 4. Tabel 4: Perbandingan Debit Banjir Penggunaan Sistem Drainase Resapan

	Sebelum Penerapan Drainase resapan (m <sup>3</sup> /dtk)	Debit Banjir Tereduksi (m <sup>3</sup> /dtk)	Sesudah Penerapan Drainase resapan m <sup>3</sup> /dtk	Efisiensi
Jalan Seroja Debit Banjir Rumah	0.0029	0.00254	0.0036	80.55%
Jalan Kenanga Debit Banjir Rumah	0.0071	0.00282	0.00428	60.28%
Jalan Mawar Debit Banjir Rumah	0.0063	0.00344	0.00286	45.40%

## 5. Kesimpulan

Dari analisis dan percobaan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil percobaan dilapangan menunjukan bahwa laju infiltrasi yang diukur dengan single ring infiltrometer pada jalan Seroja sebesar 6 cm/jam, pada jalan Kenanga sebesar 6 cm/ jam, dan jalan Mawar sebesar 9 cm/jam
2. Setiap sumur resapan yang direncanakan pada tiap rumah mampu mereduksi debit banjir sebanyak 0.00254 m<sup>3</sup>/detik pada jalan Seroja, 0.00282 pada jalan Kenanga, dan 0.00344 pada jalan Mawar. Dengan asumsi 70% rumah dikawasan studi menggunakan sumur resapan.

## Daftar Pustaka

- Robert J. Kodoatie. 2005. *Pengantar Manajemen Infrastruktur*. Pustaka Pelajar: Yogyakarta.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi: Yogyakarta:
- SNI No.03-2459-2002. *Persyaratan Umum dan Teknis Sumur Resapan*. Jakarta, Indonesia: Badan Standarisasi Nasional
- Wesli. 2008. *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta, Graha Ilmu