# EFEKTIFITAS SUMUR RESAPAN SEGI EMPAT BERPORI DAN TIDAK BERPORI DALAM MEMPERCEPAT PROSES LAJU INFILTRASI

***Siswanto*** *, ***Lita Darmayanti****, ***Alison Jalasunta Prasetyo*****
*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru 28293*

***Abstrak***

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas sumur resapan dalam membantu proses infiltrasi pada kondisi tanah tertentu dan efisiensi sumur resapan apabila diterapkan di Fakultas Teknik Universitas Ria. Laju infiltrasi dapat diperoleh dengan melakukan pengukuran langsung dilapangan dengan menggunakan alat double ring infiltrometer, dan dilanjutkan dengan pengukuran pada sumur resapan segi empat dengan kedalaman berdinding pori dan bersinsing kedap.*

*Penelitian ini berlokasi di samping Gedung Rektorat Universitas Riau Pekanbaru, pada kondisi muka air tanah yang dalam. Untuk penelitian laju infiltrasi menggunakandouble ring infiltrometer yang disebar di 5 titik dan metode perhitungan yang digunakan adalah metode Horton. Hasil perhitungan laju infiltrasi ini akan dibandingkan dengan besarnya laju infiltrasi pada sumur resapan dengan kondisi dinding berpori dan dinding kedap dengan kedalaman sumur 1m dan panjang sisi 0,80 meter.*

*Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa laju infiltrasi dengan metoda Horton adalah sebesar 14,88 cm/jam. Pengukuran laju infiltrasi pada sumur resapan untuk dinding berpori didapatkan laju infiltrasi sebesar 117,6 cm/jam dan dinding kedapsebesar 93,71 cm/jam. Penerapan untuk areal Fakultas Teknik yang mempunyai luas 70.166 $m^2$ diperoleh jumlah sumur sebanyak 469 buah untuk dinding berpori dan 606 sumur untuk dinding kedap dengan nilai intensitas hujan sebesar 7,49 mm/jam. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa sumur berpori lebih efektif mempercepat laju infiltrasi dibandingkan dengan dinding kedap.*

*Kata kunci : Laju infiltrasi, sumur resapan, double ring infiltrometer, efektifitas*

## PENDAHULUAN

Proses pengalihan fungsi lahan dari lahan terbuka, hutan menjadi daerah perumahan, jalan, pertokoan dan industri mengakibatkan akumulasi air hujan yang meresap kedalam tanah menjadi semakin berkurang. Dengan berkurangnya peresapan air hujan ini maka akan memperkecil pengisian air tanah (*rescharge*) dan memperbesar limpasan permukaan (*surface run off*). Kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan antara lain meliputi usaha konservasi tanah dan air. Pengurangan sumber daya alam disebabkan oleh pertambahan penduduk dengan segala aktivitasnya seperti pengelolaan dan pemanfaatan lahan untuk permukiman dan bangunan pabrik.

Upaya pemulihan dan mempertahankan fungsi lahan kembali yang dikenal dengan rehabilitasi dan konservasi tanah dapat dilakukan melalui pembuatan drainase air hujan berwawasan lingkungan atau dikenal dengan pembuatan sumur resapan. Pembuatan sumur resapan di Kota Pekanbaru juga telah dikuatkan oleh PERDA No. 10 TAHUN 2006 , dimana

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

setiap bangunan perumahan diwajibkan membuat sumur resapan. Dalam peraturan tersebut, sumur resapan juga sebagai prasyarat untuk penggurusan IMB, tetapi dalam pelaksanaan di lapangan hal itu belum sepenuhnya dilakukan.

Permasalahan banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau terjadi karena ketidakseimbangan neraca air (*Water Balance*). Perubahan tata guna lahan menyebabkan berkurangnya luas resapan air sehingga berkurangnya air yang meresap ke dalam tanah dan mengakibatkan bertambahnya limpasan air permukaan. Berkuragnya resapan yang masuk ke dalam air tanah serta pemakaian air tanah yang seringkali meningkat menyebabkan terjadinya krisis air bersih.

## LANDASAN TEORI

### Infiltrasi

Infilrasi adalah aliran air ke dalam tanah melalui permukaan tanah. Di dalam tanah air mengalir dalam arah lateral, sebagai aliran antara *(interflow)* menuju mata air, danau, dan sungai, atau secara vertikal, yang dikenal dengan perkolasi *(percolation)* menuju air tanah (Bambang Triatmodjo, 2008). Gerak air di dalam tanah melalui pori-pori tanah dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan gaya kapiler. Gaya gravitasi menyebabkan aliran selalu menuju ke tempat yang lebih rendah, sementara gaya kapiler menyebabkan air bergerak ke segala arah. Air kapiler selalu bergerak dari daerah basah menuju daerah yang lebih kering. Tanah kering mempunyai gaya kapiler lebih besar daripada tanah basah. Gaya tersebut berkurang dengan bertambahnya kelembaban tanah. Selain itu, gaya kapiler bekerja lebih kuat pada tanah dengan butiran halus seperti lempung daripada tanah berbutir kasar seperti pasir. Apabila tanah kering, air terinfiltrasi melalui permukaan tanah karena pengaruh gaya gravitasi dan gaya kapiler pada seluruh permukaan. Setelah tanah menjadi basah, gerak kapiler berkurang karena berkurangnya gaya kapiler. Hal ini menyebabkan penurunan laju infiltrasi. Sementara aliran kapiler pada lapis permukaan berkurang, aliran karena pengaruh gravitasi berlanjut mengisi pori-pori tanah, laju infiltrasi berkurang secara berangsur-angsur sampai dicapai kondisi konstan, dimana laju infiltrasi sama dengan laju perkolasi tanah.

### Alat Ukur Infiltrasi

Beberapa alat maupun perlengkapan yang dapat digunakan untuk mengukur infiltrasi di lapangan diantaranya adalah :

1. Infiltrometer ring tunggal (*Single ring infiltrometer)*
2. Infiltrometer ring ganda (*Double ring infiltrometer)*

Double single ring infiltrometer merupakan silinder baja atau bahan atau bahan lain berdiameter antara 25 – 30 cm dan panjang alat kurang lebih 50 cm. Alat ini dilengkapi dengan tangki cadangan air. Pada dinding silinder terdapat skala dalam mm. Selain itu masih perlu dilengkapi dengan bantalan kayu dan pukul besi untuk memasukkan silinder kedalam tanah.

Pengukuran dengan *double ring infiltrometer* pada alat ini terdapat dua

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

silinder, dengan diameter luar kurang lebih sama dengan dua kali diameter silinder sebelah dalam. Dalam pemakaian, silinder dalam dimasukkan terlebih dahulu ke dalam tanah, seperti yang dilakukan pada '*single ring infiltrometer*'. Setelah itu baru silinder kedua (silinder luar) dimasukkan secara konsentris ke dalam tanah.

**Rumus Horton**

Rumus Horton (Horton, 1940) memberi hasil hitungan laju infiltrasi dalam hubunganya dengan waktu, yaitu :

$f(t) = fc + (f0 - fc)e^{-kt}$ (1)

Dengan,

f(t) = Laju infilrasi pada waktu ke t (cm/jam)

*f0* = Laju infiltrasi awal ( cm/jam )

*fc* = Laju infiltrasi tetap ( cm/jam )

k =Konstanta yang menunjukan laju pengurangan kapsitas infiltrasi.

t = Waktu (jam)

Rumus Horton di atas ditransposisikan sebagai berikut :

$f(t) - fc = (f0 - fc)\, e^{-kt}$ (2)

Kemudian kedua persamaan tersebut di *log* kan menjadi (Triatmodjo, 2008) :

$Log\,(f(t) - fc) = log\,(f0 - fc) - kt\ log\ e$ (3)

Atau,

$Log\,(f(t) - fc) - log\,(f0 - fc) = -kt\ log\ e$ (4)

$t = -\frac{1}{k\ log\ e}[Log\,(f(t) - fc) - log\,(f0 - fc)]$ (5)

Atau,

$t = -\frac{1}{k\ log\ e} Log\,(f(t) - fc) \frac{1}{k\ log\ e} log\,(f0 - fc$ (6)

)

Persamaan diatas sama dengan persamaan :

Y= mX + C (7)

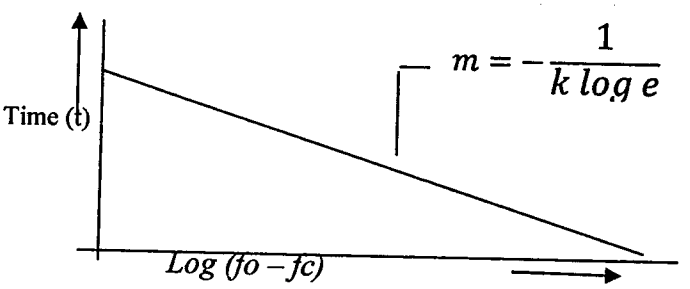
Dengan, Y = t

$M = -\frac{1}{k\ log\ e}$

$x = Log\,(f(t) - fc)$

$C = \frac{1}{k\ log\ e} log\,(f0 - fc)$

Dengan demikian persamaan ini dapat diwakilkan dalam sebuah garis lurus yang mempunyai nilai m = $-\frac{1}{k\ log\ e}$ Bentuk dari garis lurus persamaan tersebut di perlihatkan dalam Gambar. 1 di bawah ini.




Gambar 1. Grafik Hubungan t Terhadap *Log (fo – fc)*

**Permeabilitas Tanah**

Permeabilitas tanah merupakan sifat bahan berpori yang memungkinkan aliran rembesan dari cairan yang berupa air mengalir melewati rongga pori yang menyebabkan tanah bersifat permeable. Tanah permeable disebut tanah yang mudah dilalui oleh air, sedangkan tanah impermeable adalah tanah yang sulit dilalui oleh air. Contoh tanah yang permeable adalah tanah pasir dan kerikil, oleh karena itu jenis tanah ini sangat cocok sekali untuk sistem drainase pipa dibawah muka tanah. Contoh tanah impermeable adalah tanah lempung murni.

Menurut **Braja M. Das, 1988** koefisien permeabilitas tanah tergantung pada beberapa faktor, yaitu:

1. distribusi ukuran pori-pori tanah,
2. gradasi tanah (distribusi ukuran butir-butir tanah) dan kepadatannya,

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

3. kekentalan cairan,
4. angka pori,
5. kekasaran permukaan butiran tanah,
6. dan derajat kejenuhan tanah.

Harga koefisien permeabilitas untuk tiap-tiap tanah adalah berbeda-beda. Beberapa harga kofisien permeabilitas diberikan dalam tabel berikut.

**Table 1.** Harga – harga koefisien permeabilitas pada umumnya.

| Jenis Tanah | Permeabilitas (cm/ detik) | Permeabilitas (ft/ menit) |
|---|---|---|
| Kerikil bersih | 1,0 – 100 | 2,0 – 200 |
| Pasir kasar | 1,0 – 0,01 | 2,0 – 0,02 |
| Pasir halus | 0,01 – 0,001 | 0,02 – 0,002 |
| Lanau | 0,001 – 0,00001 | 0,002 – 0,00002 |
| Lempung | < 0,000001 | < 0,000002 |

**Sumber** : Mekanika Tanah Jilid 1, Braja M. Das, 1988

**Sumur resapan**

Sumur resapan (*Infiltration well*) adalah sumur atau lubang pada permukaan tanah yang dibuat untuk menampung air hujan/aliran permukaan agar dapat meresap ke dalam tanah (Ir. Kusnaedi, 2002). Pada dasarnya ada 2 (dua) jenis bangunan peresapan yang sering digunakan, yaitu peresapan vertikal (sumur resapan) dan peresapan horizontal (peresapan memanjang). Peresapan vertikal (sumur resapan) adalah bangunan peresapan yang berbentuk sumur. Prinsip tampung airnya adalah vertikal kebawah permukaan tanah dan peresapan airnya kearah vertikal (kebawah seluas penampang sumur) dan horizontal (kesamping). Resapan vertikal (sumur rasapan) efektif di gunakan pada daerah yang muka air tanahnya cukup dalam dan area lahan yang digunakan untuk bangunan peresapan tidak terlalu luas

**Metodologi Penelitian**

**Data**

Data primer diperoleh dari pengukuran dilapangan yang dilakukan di area lingkungan kampus Universitas Riau Pekanbaru dan uji laboratorium. Data tersebut antara lain adalah besar penurunan muka air yang diukur menggunakan double ring infiltrometer, koefisien permeabilitas, dan besar penurunan muka air yang diukur pada sumur resapan yang berpenampang bujur sangkar.

Sedangkan data sekunder ini diperoleh dari pengambilan data curah hujan kota pekanbaru tahun 2000 s/d tahun 2004 dari hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Hadi Suherly tahun 2006 untuk memperoleh intensitas hujan rancangan.

**Pengujian Infiltrasi**

Pengukuran infiltrasi dengan double ring infiltrometer ini dilakukan pada lima titik yang berbeda untuk memperoleh hasil yang akurat. Double ring infiltrometer yang digunakan adalah pipa besi ganda yang berdiameter 16 cm untuk bagian dalam dan diameter 32 cm untuk pipa luar dengan tinggi kedua ring adalah 60 cm.

Untuk pelaksanaan pengukuran infiltrasi dengan ring infiltrometer dilakukan dengan lankah-langkah sebagai berikut :

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

1. Menentukan lahan yang akan dijadikan tempat penelitian,
2. Mempersiapkan alat-alat pada lokasi pengukuran,
3. Menekan ring infiltrometer (pipa dalam) kedalam tanah sedalam 30 cm, dan memasukkan pipa luar kedalam tanah sedalam 30 cm.
4. Kemudian air dituangkan sampai silinder penuh dan tunggu sampai air tersebut seluruhnya terinfiltrasi.
5. Air dituangkan kembali ke dalam silinder sampai penuh,
6. Setelah air penuh, *stopwatch* dijalankan dan penurunan yang terjadi diukur dan dicatat pada tabel yang telah disiapkan,
7. Air dituangkan kembali secepatnya ke dalam silinder sampai penuh, kemudian selama 5 menit kemudian diukur dan dicatat kembali pada tabel pencatatan,
8. Hal pada poin 7 tersebut dilakukan terus menerus, sampai laju penurunan muka air konstan atau penurunan muka air ke n sama dengan laju penurunan muka air ke n+1 dengan waktu pengamatan yang sama yaitu 5 menit. Dalam hal ini berarti laju infiltrasi sudah tetap/konstan.

**Pengujian Sumur Resapan**

Untuk pelaksanaan pengukuran infiltrasi pada sumur resapan dilakukan dengan langkah – langkah sebagai berikut :

1. Membersihkan lahan yang akan dibuat sumur resapan.
3. Tanah digali untuk pembuatan sumur resapan dengan bentuk bujur sangkar lebar dalam 100 cm dan kedalaman 100 cm.
4. Tanah diberi pasangan dinding batu-bata sehingga diperoleh luas dalam 80 x 80 cm dan tinggi 100 cm
5. Pada dinding sumur diletakkan mistar ukur untuk mengukur penurunan air dalam sumur.
6. Air dituangkan ke dalam sumur hingga penuh, setelah air penuh. *stopwatch* dihidupkan, kemudian dilakukan pencatatan penurunan air yang terjadi pada tabel pencatatan.
7. Air dituangkan kembali secepatnya ke dalam sumur sampai penuh, kemudian penurunan muka air diukur dan dicatat kembali pada tabel pencatatan.
8. Hal pada poin 7 tersebut dilakukan terus menerus sampai laju penurunan muka air konstan atau penurunan muka air sebelumnya sama dengan laju penurunan muka air berikutnya dengan waktu pengamatan yang sama. Bila penurunanya sama, berarti laju infiltrasi sudah tetap/konstan.

**Hasil Dan Pembahasan**

**Hasil Pengujian Doubel Ring Infiltrometer**

Hasil perhitungan laju infiltrasi menggunakan metode Horton pada doubel ring infiltrometer pada 5 titik yang berbeda ditunjukkan pada table 2.

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

Tabel 2.Hasil akhir perhitungan laju infiltrasi menggunakan *double ring infiltrometer*

| No Lokasi | Laju Infiltrasi (cm/jam) | Waktu (jam) |
|---|---|---|
| Titik 1 | 15 | 1,33 |
| Titik 2 | 15 | 1,33 |
| Titik 3 | 4 | 1,83 |
| Titik 4 | 12,6 | 4,86 |
| Titik 5 | 12,8 | 4,86 |

Pada titik 3 kemungkinan dibawah ring infiltrometer terdapat tanah kedap air sehingga tidak ada infiltrasi dan hasil pengamatan pada titik 3 ditiadakan. Sebagai representatif maka diambil nilai laju infiltrasi yang paling kecil, karena pertimbangan untuk memperoleh posisi aman dalam perencanaan. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa laju infiltrasi sebelum adanya sumur resapan adalah sebesar 12,6 cm/jam dengan waktu 4,86 jam.

**Hasil Pengujian Permeabilitas dengan *falling head test* (Pengujian Laboratorium)**

Untuk mengetahui permeabilitas tanah pada lokasi dengan kedalaman 1 m sesuai dengan kedalaman sumur resapan maka dilakukan pengujian permeabilitas di laboratorium dengan *Falling Head Test*, hasil pengujian diperoleh koefisien permeabilitas = 0,00103 cm/dt.

**Perhitungan laju infiltrasi pada sumur resapan dinding berpori dan kedap**

Pengukuran sumur resapan berpori yang didapat dengan nilai penurunan rata-rata 5 hari pengujian maka dapat dihitung dengan metode Horton dengan persamaan $f(t)=117,36 + 94,32\ e^{-kt}$ menunjukkan bahwa laju infiltrasi mulai konstan pada waktu 1 jam dengan laju infiltrasi 117,59 cm/jam. Sedangkan untuk sumur resapan dengan dinding kedap dihitung dengan persamaan $f(t)=93,36 + 90,24\ e^{-kt}$ menunjukkan bahwa laju infiltrasi mulai konstan pada 93,71 cm/jam

**Intensitas hujan rancangan**

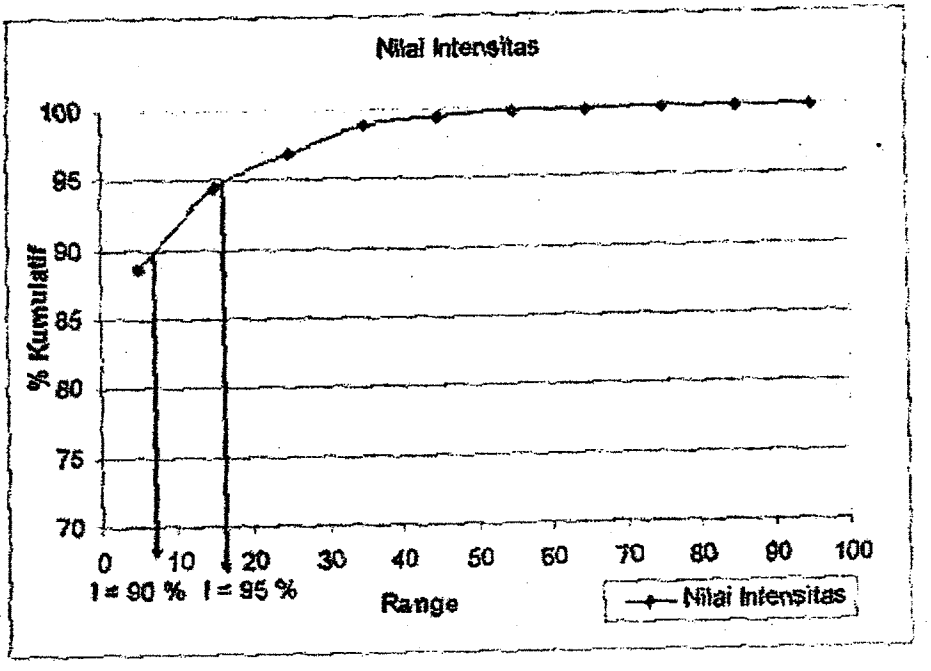
Untuk menentukan intensitas hujan rancangan diperoleh dari data curah hujan jam-jaman Kota Pekanbaru dari tahun 2000 s/d 2004. Data dikelompokkan dalam 10 klas intensitas dengan range 10 mm/jam(Tabel 3). Dengan pembagian klas dan frekwensi kejadian maka dapat diperoleh grafik hubungan antara nilai intensitas dan peluang kejadian. Bila diambil nilai persen kumulatif 90% didapat nilai intensitas hujan sebesar 7,494 mm/jam dan untuk 95% didapat nilai intensitas sebesar 17,15 mm/jam (Gambar 2)

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

Tabel 3 : Frekuensi hujan jam-jaman

| Range | Frekuensi | | | | | Total | % | % Kumulatif |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | | | |
| 0< x < 10 | 372 | 453 | 391 | 468 | 495 | 2179 | 88,54124 | 88,54124 |
| 10< x < 20 | 27 | 50 | 20 | 24 | 26 | 147 | 5,973182 | 94,51443 |
| 20< x < 30 | 7 | 7 | 12 | 17 | 13 | 56 | 2,275498 | 96,78992 |
| 30< x < 40 | 7 | 10 | 9 | 8 | 18 | 52 | 2,112962 | 98,90289 |
| 40< x < 50 | 1 | 3 | 5 | 4 | 1 | 14 | 0,568874 | 99,47176 |
| 50< x < 60 | 1 | 1 | 3 | 3 | 0 | 8 | 0,325071 | 99,79683 |
| 60< x < 70 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,040634 | 99,83746 |
| 70< x < 80 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0,121902 | 99,95937 |
| 80< x < 90 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,040634 | 100 |
| 90< x <100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| Total | | | | | | 2461 | | |

**Sumber : hasil perhitungan,2009**




Gambar 2 : Grafik nilai intensitas rencana 90% dan 95%

**Aplikasi pada lokasi Fakultas Teknik Universitas Riau**

Aplikasi penerapan sumur resapan bentuk segi empat berpori dan tidak berpori pada lokasi di Fakultas Teknik Universitas Riau dimaksudkan untuk mengetahui berapa jumlah sumur resapan yang harus dipasang agar air hujan dapat meresap kedalam sumur

Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/

resapan dengan intensitas hujan rancangan yang telah ditentukan.

Dari hasil pengukuran luas lahan di FT UR adalah 70.163 $m^2$ dengan peruntukan gedung, jalan, rumput, paving beton. Dengan perbandingan luas dan koefisien pengaliran maka diperoleh koefisien pengaliran gabungan adalah C = 0,67. Debit yang mengalir akibat hujan dengan intensitas 7,49 mm/jam adalah Q = C . I. A =0,000278 x 0,67 x 7,49 x 70,162 = 98,058 lt/dt. Penentuan julah sumur resapan diperoleh dari hasil survey lokasi yang dipandanglayak untuk dibuat sumur resapan dan diperoleh jumlah 120 buah. Nilai efektifitas diperoleh dari debit aliran dibagi dengan jumlah air yang dapat diserap dengan sumur resapan dengan intensitas rencana. Perhitungan selanjutnya dapat ditabelkan dibawah ini.

Tabel 3 : Efektifitas sumur resapan dengan intensitas hujan rencana 90% dan 95%

| Hasil Perhitungan | | | Efektifitas Sumur Resapan (%) | |
|---|---|---|---|---|
| Persentase | Intensitas (mm/jam) | Debit aliran (lt/dt) | Berpori | Tidak Berpori |
| 90 | 7,49 | 97,81 | 26 | 11 |
| 95 | 17,15 | 223,95 | 20 | 9 |

Sumber : Hasil perhitungan

## DAFTAR PUSTAKA


1. Anonim. 2002. *Cegah banjir dengan sumur resapan.* Available at: <URL: http://tumoutou.net/ dan Sunjoto, Dr. Ir. Dip.HE. "Sistem Drainasi Air Hujan Yang Berwawasan Lingkungan" Majalah Kontruksi No. 122, Juni 1988. [accessed 18 february 2009].
2. C.D. Soemarto. 1999. *Hidrologi Tenik edisi ke - 2.* Jakarta: Erlangga.
3. Hadi Suherly. 2006. *Pemilihan Metode Intensitas Hujan Yang Sesuai Dengan Karakteristik Stasiun Pekanbaru.* Skripsi Jurusan Teknik Sipil. Pekanbaru: Universitas Riau.
4. Kusnaedi. 2002. *Sumur Resapan Untuk Pemukiman Perkotaan Dan Pedesaan.* Jakarta: Penebar Swadaya.
5. Mohammad Rusli. 2008. *Desain Sumur Resapan Dengan Konsep "Zero Runn Off" Dikawasan Jaten Sleman Yogyakarta.* Skripsi Jurusan Teknik Sipil. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
6. Sunjoto. 1989. *Pengembangan Sistem Drainase Di Indonesia.* Yogyakarta.
7. Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan.* Yogyakarta: ANDI.



Repository University Of Riau
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS RIAU
http://repository.unri.ac.id/