

**STUDI KOMPARATIF METODE PERESAP BUATAN UNTUK  
PENGENDALIAN LIMPASAN AIR HUJAN  
DI PERMUKIMAN PERKOTAAN:  
KASUS KELURAHAN LEBAKGEDE  
KECAMATAN COBLONG, KOTA BANDUNG**

**COMPARATIVE STUDY ON ARTIFICIAL RECHARGE WELL  
METHODS FOR URBANIZED AREA:  
CASE KELURAHAN LEBAKGEDE  
KECAMATAN COBLONG, BANDUNG CITY**

**Arwin Sabar<sup>1)</sup>, dan Rakhmita Akhsayanty<sup>2)</sup>**

**<sup>1)</sup> Kelompok Keahlian Teknologi Pengelolaan Lingkungan, FTSL-ITB, Bandung**

**<sup>2)</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, FTSL-ITB, Bandung**

**email: arwinsabar@yahoo.com**

**Abstrak**

Permukiman padat di perkotaan membutuhkan solusi pengendalian limpasan air hujan dengan teknik peresapan air yang efisien dan efektif. Salah satu teknik peresapan yang paling memungkinkan adalah sumur resapan. Desain sumur secara umum dapat dibandingkan berdasarkan konstruksi dinding yang menentukan porositasnya. Dari penentuan dimensi sumur resapan, diperoleh bahwa metode Sunjoto menghasilkan dimensi sumur yang relatif kecil. Terdapat tiga jenis sumur resapan yang disarankan. Pemilihan tipe sumur disesuaikan kondisi lahan setempat, dan masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangan. Pada kondisi lahan pekarangan terbatas disarankan menggunakan desain sumur resapan Tipe II, dengan dinding sumur bervariasi kedap air dan porous. Penyerapan air berlangsung melalui permeabilitas dinding tanah. Pada lahan jalan, sumur resapan yang disarankan adalah sumur Tipe I, dengan dinding kedap air (dari bata) dan dasar meresapkan air. Pada kasus pekarangan rumah yang luas disarankan menggunakan sumur Tipe III, dimana seluruh dinding berpori.

Kata kunci: Permukiman perkotaan, pengendalian dan konservasi air, sumur resapan, permeabilitas tanah, metode Sunjoto, faktor geometrik, dimensi sumur resapan

**Abstract**

Densely urbanized area required solution to control rainwater run-off in the form of water recharge techniques which was efficient and effective. One of the most conducive water recharge techniques in densely urbanized was recharge well. In general the well design could be compared to pursuant to its wall construction, which might vary in porosity. Based on determination of those methods of recharge well dimension, it was found that Sunjoto method use dynamic approach and yields well dimension which was relatively small. There were three types of suggested recharge wells. The selection of the recharge well types was in accordance to the condition of local area. Each typical well had advantages and disadvantages. At limited backyard area, it was suggested to apply recharge well design (Type II), which some part of the well wall was impervious and the other part was pervious. In road area, it was suggested to use recharge well (Type I), with permeable bottom and all wall was made from brick. In the relatively wide backyard, it was suggested to use recharge well (Type III), where the entire wall was porous.

Keywords: dense urban area, water conservation and control, recharge well, soil permeability, Sunjoto method, geometric factor, recharge well dimension.

**1. PENDAHULUAN**

Bangunan peresap buatan adalah salah satu infrastruktur drainase perkotaan dalam mewujudkan

pengendalian limpasan air hujan dan konservasi di pemukiman perkotaan. Sumur resapan adalah sumur yang dibuat sebagai tempat penampungan air hujan berlebih agar memiliki waktu dan ruang

untuk meresap ke dalam tanah melalui proses infiltrasi dan perkolasi. Sumur resapan ini merupakan sumur kosong yang berkapasitas cukup besar untuk menampung air hujan sementara sebelum diresapkan ke dalam tanah (SNI T-06-1990-F).

Pemilihan permukiman perkotaan metropolitan dalam upaya pengendalian limpasan hujan karena kualitas lahan urban metropolitan memberikan kontribusi limpasan hujan terbesar, dimana koefisien limpasan berturut-turut: urban metropolitan  $C=0,9-1,0$ , pemukiman pedesaan  $C=0,4-0,5$ , budidaya  $C=0,5-0,6$  dan hutan  $C=0,1-0,2$  (Sabar, 2003). Konversi lahan terbangun permukiman memegang kontribusi signifikan terjadinya fenomena ekstrimitas debit air di badan air sehingga pengendalian limpasan hujan dan konservasi kawasan permukiman padat urban metropolitan mendapat perhatian.

Sumur resapan berfungsi mengkonservasi air di daerah terbangun yang dapat dibuat mulai dari skala rumah tangga sampai skala kawasan yang lebih luas. Teknologinya yang relatif sederhana diharapkan mudah diterima masyarakat sehingga lambat laun konservasi menjadi sebuah budaya yang dilaksanakan dengan penuh kesadaran.

Penentuan dimensi sumur resapan dari beberapa referensi, diantaranya adalah metode Sunjoto (1988), SNI T-12-1990 F dan Soenarto (1995). Setiap metode memiliki kekhasan yang menjadikannya memiliki berbagai kelebihan dan kekurangan. Dalam tulisan ini dibuat perbandingan penentuan dimensi sumur resapan dari ketiga metode ditinjau dari kesesuaiannya untuk diterapkan di permukiman perkotaan.

## 2. METODOLOGI

Penentuan sumur resapan dengan menggunakan ketiga metode, yaitu metode Sunjoto (1988), SNI T-12-1990F (1990) dan metode Soenarto (1995) dibandingkan berdasarkan asumsi-asumsi, proses perhitungan, variabel-variabel yang digunakan, serta dimensi yang dihasilkan. Desain sumur dibandingkan antara tiga desain umum yang direkomendasikan ketiga metode. Metode dan desain ditinjau berdasarkan kondisi permukiman perkotaan dari segi penghematan lahan, kekuatan konstruksi, daya resap, dan nilai ekonomis serta fungsional.

Perbandingan metode penentuan dimensi sumur resapan yakni metode Sunjoto (1988), SNI T-12-1990F (1990) dan Soenarto (1995) dipresentasikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Perbandingan Metode Penentuan Dimensi Sumur Resapan

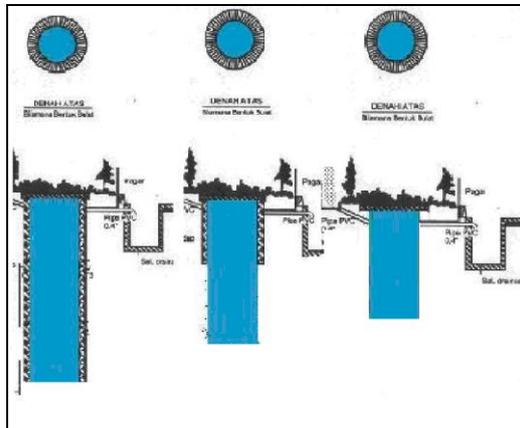
Parameter	METODE		
	Sunjoto(1988)	SNI (1990)	Soenarto (1995)
	$H = \frac{Q}{F.K} \left( 1 - e^{-\frac{F.K.T}{R^2}} \right)$	$H = \frac{D.i.A_s - D.k.A_s}{A_s + D.K.L}$	$V_p dt - V_r dt = A dH$
	H = tinggi muka air dalam sumur (m)	H = Kedalaman Sumur (m)	H = tinggi muka air dalam sumur (m)
	R = jari-jari sumur (m)	L = Keliling Penampang sumur (m)	
Penentuan dimensi sumur resapan	F = faktor geometrik (m)	$A_s =$ Luas penampang sumur ( $m^2$ )	A = luas penampang sumur ( $m^2$ )
	Q = debit air masuk ( $m^3$ /detik)	i = Intensitas hujan ( $m$ /jam)	$V_p =$ volume air hujan yang masuk dalam waktu dt
	K = koefisien permeabilitas tanah ( $m$ /detik)	K = Koefisien Permeabilitas tanah ( $m$ /jam)	$V_r =$ volume air hujan yang terinfiltrasi ke dasar dan dinding sumur pada waktu dt ( $m^3$ )
	T = waktu pengaliran (detik)	D = Durasi hujan (jam)	dt = waktu yang diambil sebagai dasar perhitungan (detik)

## Alternatif Desain Sumur Resapan

Dalam sistem bangunan peresap yang direncanakan, bentuk yang dapat dipakai adalah kolom vertikal yaitu sumur resapan. Pada dasarnya terdapat tiga desain sumur-sumur resapan tipikal yang dapat diusulkan untuk kawasan penelitian.

Desain pertama berupa kolom vertikal dengan seluruh dinding sumur dibuat kedap dari beton, yang untuk selanjutnya disebut Desain Tipe I. Desain kedua berupa kolom vertikal dengan sebagian dinding dibuat kedap, dan sebagian yang lain dibuat tetap berpori sehingga air dapat terserap ke dinding (untuk selanjutnya disebut Desain Tipe II). Desain yang ketiga berupa kolom vertikal dengan keseluruhan dinding dibuat berpori, yang untuk selanjutnya disebut Desain Tipe III.

Gambar desain dari masing-masing sumur resapan tipikal dan deskripsi mengenai konstruksinya disajikan pada Gambar 1 dan Tabel 3.



**Gambar 1.** Alternatif Sumur resapan dari kiri ke kanan Tipe I, II, dan III

**Tabel 3.** Deskripsi Konstruksi Sumur Resapan

Konstruksi	Desain Sumur Resapan		
	Tipe I	Tipe II	Tipe III
Penutup Sumur	Plat beton	Plat beton	Plat beton
Dinding	Dinding kedap	Dinding kedap	Tanah asli
Sumuran Atas	Dinding kedap	Tanah asli	Tanah asli
Dinding Sumuran Bawah	Dinding kedap	Tanah asli	Tanah asli
Kekuatan terhadap gerakan tanah	Relatif kuat	Sedang	Kecil
Fungsi Permukaan tanah	Beban signifikan	Beban kecil	Non beban
Nilai Ekonomis			
Vol pekerjaan	Relatif besar	Sedang	Sedikit
Kebutuhan Material	Relatif besar	Sedang	Sedikit

### Deskripsi Daerah Studi

Lokasi Studi adalah Kelurahan Lebakgede Kecamatan Coblong, Kota Bandung. Jumlah penduduk 13.157 jiwa dengan kerapatan 131 jiwa/ha. Luas lahan terbangun 96,7%, sumber air baku penduduk 73,2% KK menggunakan sumber air tanah, sedang PDAM Kota hanya melayani 26,8% (Tabel 4 dan Tabel 5). Dari pengamatan dan sumber dari Kelurahan Lebakgede, mata pencarian penduduk didominasi dengan kontrakan rumah/kamar. Stasiun pengamat hujan terdekat dari daerah penelitian adalah Pos Meteorologi GM-ITB yang hanya

berjarak 1000 m, batuan geologi dasar termasuk dari formasi Cibereum (Tabel 4), sedangkan hasil pengamatan muka air tanah daerah penelitian berkisar antara 5,5-15 m dmt. Komparatif kriteria disain sumur resapan dan karakteristik daerah penelitian dan kateristik hidrogeologi daerah penelitian diperlihatkan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

**Tabel 4.** Data kawasan terbangun di Lebakgede-Coblong, Kota Bandung

No.	Luas	Ha	%
1	Rumah	76,7	76
2	Kantor	0,28	0,2
3	Prasarana umum	20,78	20,5
4	Lahan kosong	3,54	3,3
	TOTAL	100	100

**Tabel 5.** Sarana Sanitasi di Lebakgede-Coblong, Kota Bandung

No	Jenis	Jumlah (Unit)	Pengguna (KK)	%
1	Sumur gali	30	40	1,5
2	Sumur Pompa	1920	1920	71,7
3	Hidran Umum	1	50	1,8
4	PAM	671	671	25
	TOTAL		2681	

**Tabel 6.** Satuan Batuan, Tanah, dan Sifat Keteknikannya dari Formasi Cibereum

Satuan Batuan	Sifat Fisik Batuan
Tufa-Batuapung (Formasi Cibereum)	Warna coklat muda, tidak terlalu kompak, fragmen batuapung, ukuran mencapai 5 cm
Tanah	Sifat Keteknikan
Lapukan tras, tanah podzolik; ukuran lanau, pasir halus	Permeabilitas rata-rata di tanah $1,24 \times 10^{-4}$ Daya dukung tanah sedang. Daya dukung batuan sebar baik.

Sumber: Sampurno (1994)

**Tabel 7.** Karakteristik Hidrogeologi Daerah Studi

Parameter	Kriteria Disain	Karakteristik Daerah Penelitian
Curah hujan	150-200mm/bulan (PUSAIR)	207 mm/bulan
Kelerengan relatif	0- 12 <sup>0</sup> (PUSAIR)	Kelerengan relatif datar
Resiko gerakan tanah	Rendah (PUSAIR)	Rendah (Pusair,DGTL 1995)
Struktur geologi lolos air (Permeabilitas)	$10^{-4} - 10^{-2}$ cm/det (Pusair,SNI )	$6,4 \times 10^{-4}$ cm/det

Catatan:

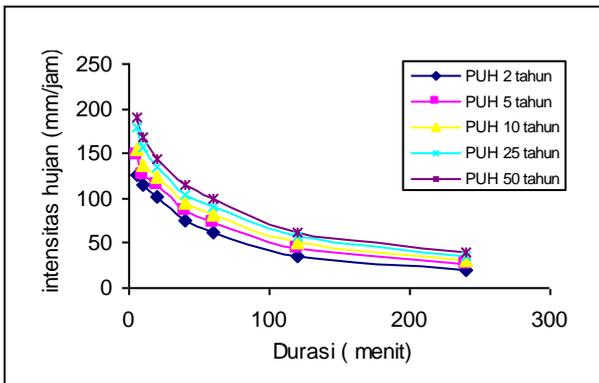
Tes permeabilitas tanah sekitar Tugu Monumen Perjuangan, kedalaman 3 m (Sampurno,1994)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter penting dalam perhitungan dimensi sumur resapan adalah luas area tangkapan, intensitas air hujan, dan konduktivitas hidraulik/permeabilitas.

Berdasarkan hujan wilayah metode Thiessen diperoleh kawasan kajian Lebakgede terletak di area poligon pos GM-ITB. Berdasarkan data pos hujan tersedia (1987-2005) dibuat kurva intensitas hujan dengan menggunakan metode Van Breen-Talbott, sebagaimana disajikan pada Gambar 2.

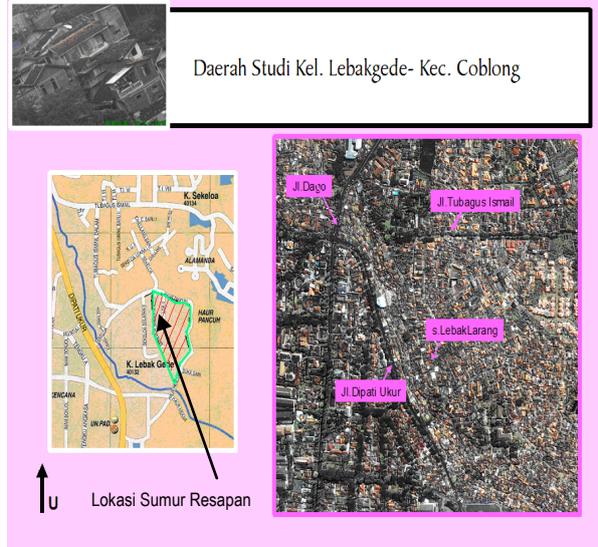
Berdasarkan data observasi hujan, diperoleh bahwa durasi hujan yang sering terjadi di daerah penelitian 10 tahun terakhir di Kelurahan Lebakgede-Kecamatan Coblong Kota Bandung adalah untuk hujan deras yang terjadi selama 1 jam.



Gambar 2. Kurva Intensitas Hujan GM-ITB

Sebagai bahan perbandingan, digunakan suatu asumsi bahwa seluruh air dari atap dengan Koefisien Dasar Bangunan (KDB) sebesar 0,9 dan dilayani oleh limpasan air hujan yang dikendalikan di jalan Haur Pancuh-Sekeloa Timur sebesar 53000 m<sup>2</sup>, dengan koefisien daerah terbangun adalah 0,9. Jadi luas atap bangunan sebesar 47.700 m<sup>2</sup>. Dengan besaran tersebut, dapat dihitung nilai debit limpasan air hujan dari atap total (Q) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 C &= 0,95 \\
 A &= 47.700 \text{ m}^2 \\
 I &= 61 \text{ mm/jam} = 1,69 \times 10^{-5} \text{ m/det} \\
 Q &= C \times I \times A \\
 &= 0,95 \times 1,69 \times 10^{-5} \text{ m/det} \times 47.700 \text{ m}^2 \\
 &= 0,76582 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$



Gambar 3. Lokasi pemukiman perkotaan Kelurahan Lebakgede, Kecamatan Coblong Bandung

Besarnya debit air ini diperlukan untuk menghitung dimensi sumur resapan dengan menggunakan persamaan oleh SNI (1990), Sunjoto (1988), dan Soenarto (1995).

Sebagai contoh perhitungan, dimensi sumur yang dipilih adalah untuk bentuk silinder dengan diameter 0,8 meter. Kedalaman sumur yang dihitung adalah sumur dengan kedalaman efektif 3 meter. Diameter sumur dipilih dengan alasan praktis yakni lebar jalan yang tersedia dan penghematan biaya konstruksi. Sedangkan kedalaman optimum ditentukan untuk simplifikasi perhitungan jumlah sumur yang dibutuhkan sekaligus mendekati kondisi rata-rata kedalaman sumur untuk permukiman. Asumsi permeabilitas tanah homogen  $k=6,4 \times 10^{-4}$  cm/det .

Sebagai perbandingan dari ketiga persamaan tersebut berpatokan beban limpasan air hujan SNI, dibuat perhitungan parameter, dimensi sumur dan jumlah sumur resapan yang dibutuhkan dengan menggunakan tiap persamaan, yang disajikan dalam Tabel 8 sampai 10.

Tabel 8. Hasil Perhitungan Kedalaman Sumur Desain Tipe I dengan Persamaan SNI

D (jam)	I (m/jam)	K (m/jam)	As (m <sup>2</sup> )	H (m)	Jumlah Sumur
1	0,0605	2,30E-02	0,502655	3,0	1914

**Tabel 9.** Hasil Perhitungan Kedalaman Sumur Desain Tipe I dengan Metode Sunjoto

R (m)	K (m/detik)	T (detik)	Q (m <sup>3</sup> /detik)	H (m)	Jumlah Sumur
0,4	6,40E-06	3600	8,02 E-01	3,0	1808

**Tabel 10.** Hasil Perhitungan Kedalaman Sumur Desain Tipe I dengan Metode Soenarto

Vp (m <sup>3</sup> )	t (detik)	K (m/detik)	A (m <sup>2</sup> )	H (m)	Jumlah Sumur
0,80182	3600	6,40E-06	0,50265	3,0	1914

Dari perhitungan di atas dapat diketahui bahwa ketiga persamaan menghasilkan dimensi sumur yang berbeda. Metode Soenarto dan SNI menghasilkan dimensi yang sama, dan keduanya lebih besar daripada dimensi yang dihasilkan metode Sunjoto. Hal ini disebabkan oleh faktor-faktor yang akan dijelaskan lebih lanjut pada sub-bab variabel perhitungan. Efek dari perbedaan pendekatan perhitungan adalah dimensi sumur. Terlihat bahwa perhitungan dengan metode Sunjoto dengan kedalaman 3 m, menghasilkan jumlah sumur hingga 106 buah lebih sedikit dibandingkan dua persamaan lainnya, tentu ini signifikan bagi pertimbangan ekonomis maupun kebutuhan akan lahan.

### Variabel Perhitungan

Pada dasarnya, ketiga persamaan baik persamaan Sunjoto, SNI, ataupun Soenarto didasari oleh hukum kesetimbangan massa air. Sebagaimana disajikan di muka, Sunjoto menguraikan persamaan sumur resapan integrasi variabel-variabel sumur resapan, menggunakan pendekatan dinamis. Metode SNI dan Soenarto pada dasarnya adalah dua persamaan yang sama, baik dalam asumsi maupun pengembangan persamaan pada kondisi sesaat. Dapat dikatakan, persamaan Sunjoto memberikan ketelitian yang lebih tinggi daripada dua lainnya.

Metode Sunjoto memberikan variabel faktor geometri (F) sebagai salah satu penentu kapasitas resapan sumur. Variabel ini berbeda-beda berdasarkan bentuk sumur. Adanya faktor geometri ini cukup menguntungkan. Hal ini dikarenakan apabila hendak membuat jenis sumur yang tidak lazim atau pada kondisi tanah tertentu, perhitungan

yang dilakukan bisa lebih praktis tanpa perlu menurunkan persamaan dari awal.

Metode perhitungan SNI diturunkan dengan asumsi sumur berbentuk silinder dan seluruh dinding sumur porus. Karenanya pengguna harus teliti menggunakan persamaan ini yakni dengan memperhitungkan faktor koreksi yang menyatakan perbandingan antara tinggi dinding yang porus dan yang tidak porus.

Aksesibilitas variabel-variabel perhitungan ketiga metode dapat dikatakan cukup tinggi. Tetapi variabel koefisien permeabilitas terkadang sulit didapatkan apabila daerah cukup terpencil dari pusat informasi di samping proses perhitungannya cukup rumit. Untuk kondisi ini, pengukuran kapasitas infiltrasi dapat digunakan. Data infiltrasi harus cukup banyak hingga nilainya akan mendekati koefisien permeabilitas di lapisan atas tanah (Bouwer, 2002).

### Konstruksi dan Nilai Ekonomis

Tipe I memiliki kelebihan pada kekuatan konstruksi. Lapisan kedap yang dapat dibuat baik dari pasangan bata maupun buis beton dapat menyangga tanah dan mencegah dari resiko longsor. Konstruksi ini sangat cocok untuk kondisi tanah yang cukup rapuh atau pembebanan bangunan yang cukup tinggi. Kelemahan desain tipe ini adalah kapasitas resapan yang kecil karena peresapan hanya bekerja pada dasar sumur sehingga dibutuhkan dimensi yang besar.

Tipe II adalah desain yang moderat. Sebagian dinding dibuat kedap untuk menyangga beban di atasnya sekaligus mencegah rembesan horizontal di permukaan yang akan membuat lapisan tanah atas lembab, dan sebagian lagi dibuat porus sehingga kapasitas resapan lebih besar daripada Tipe I.

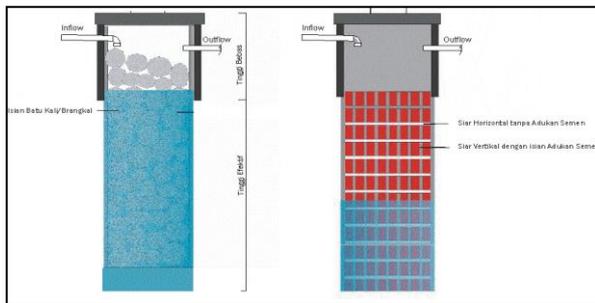
Tipe III adalah desain yang paling sederhana. Kelebihan desain ini adalah kapasitas resapan yang besar dan konstruksi yang sederhana. Akan tetapi, tidak sesuai untuk lahan dengan beban fungsi besar di atasnya karena tidak ada konstruksi penyangga. Konstruksi ini juga kurang sesuai untuk daerah padat penduduk karena rembesan horizontal yang dapat terjadi di permukaan tanah.

Penggunaan material dan konstruksi akan berpengaruh pada biaya yang harus dikeluarkan untuk tiap sumuran. Biaya yang dikeluarkan untuk sumur resapan Tipe I membutuhkan biaya yang lebih

besar daripada Tipe II, sedangkan biaya terendah dibutuhkan oleh Tipe III.

#### Modifikasi Tipe Desain untuk Kondisi Tertentu

Selain ketiga tipe desain yang telah dibahas sebelumnya, dapat dilakukan modifikasi untuk kebutuhan kondisi lahan relatif labil seperti lahan terbatas atau lahan di kelerengan sehingga dibutuhkan dinding sumur resapan kokoh dan mencegah lonsor. Alternatif yang dapat dibangun memodifikasi sumur resapan tipe II dimana sumur resapan diisi material berupa bongkahan batu atau material sejenis (modifikasi Wisjnuaprpto, 1991) atau dinding sumur resapan diperkuat dengan pasangan bata, tidak diplester (dapat dipasang berdiri atau mendatar) dengan celah pada siar tegak diisi adukan semen sedangkan siar horizontal dibiarkan kosong (tidak diisi adukan semen). Manfaatnya, konstruksi sumur resapan berisi material lebih stabil atau konstruksi dengan dinding sumur dengan siar horinsontal terbuka relatif tahan terhadap tekanan, tetapi tetap dapat meresapkan air pada melalui siar terbuka meresap ke dinding tanah.



Gambar 4. Modifikasi Disain Sumur Resapan

#### 4. KESIMPULAN

Penentuan dimensi sumur resapan dengan ketiga metode diperoleh bahwa metode perhitungan sumur resapan Sunjoto memberikan jumlah sumur resapan lebih sedikit dibandingkan metode sumur resapan SNI atau Soenarto. Kelebihan metode Sunjoto menggunakan pendekatan dinamis dan tanggap berbagai perubahan geometrik sumur resapan. Penentuan sumur resapan metode SNI dan Soenarto memberikan hasil sama.

Pada kasus terbatasnya lahan tersedia, desain sumur resapan dapat menggunakan Tipe I diperlukan sebanyak 1808 buah dengan kedalaman sumur resapan efektif 3 m dan ditambah tinggi bebas

berkisar (0,40-0,80) m terbuat dinding kedap air dari pasangan batu-bata diplester.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Sabar (2003). **Kajian Ekstrimitas debit air dan Pelestarian air di Kawasan Konservasi Kasus Keppres 114/99 Bopuncur**. Prosiding Seminar Nasional Perkembangan dan Aplikasi Teknologi Lingkungan dalam menghadapi Era Global. Jurusan Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.
- Bouwer, Herman (2002). **Artificial Recharge of Groundwater: Hydrogeology and Engineering**. Hydrogeology Journal Online.
- Herawan, W., Joyce Martha Wijaya, dan Hani Rengganis (1995). **Teknik Perencanaan Regional Bangunan Peresap dengan Nomograf**. Jurnal Penelitian dan Pengembangan Perairan. Vol.35 Tahun 10-KW II.
- Sampurno (1994). **Studi Kawasan Punclut di Kabupaten/Kodya Bandung dari Aspek Geologi Lingkungan**.
- SK-SNI (1990). **S-14-1990-F**. Departemen Pekerjaan Umum.
- Soenarto, Bambang (1995). **Bangunan Peresapan Buatan Untuk Konservasi Air dan Penanggulangan Genangan Air**. Departemen Pekerjaan Umum.
- Sunjoto (1988). **Sumur Resapan Air Hujan sebagai Pencegah Intrusi Air Laut**. Prosiding Seminar Nasional, PAU-IT-UGM, Yogyakarta.
- Sunjoto (1995). **Sistem Peresapan Air Hujan di Kawasan Pesisir**. Seminar Pengelolaan dan Pemanfaatan Air Tanah Berwawasan Lingkungan di Daerah Pesisir. BPP Teknologi.
- Suripin (2004). **Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan**. Penerbit Andi, Yogyakarta.

Wisjnuprpto (1991). **Sumur Resapan Perumahan**. Departemen Teknik Lingkungan-ITB, Bandung.