

PEMANFAATAN ZEOLIT PADA SUMUR RESAPAN AIR HUJAN UNTUK MENGURANGI RESIKO PENCEMARAN AIR TANAH AKIBAT LIMPASAN HUJAN UNTUK PENGEMBANGAN SNI 06-2459-2002

Eko Winar Irianto*)

Abstract

Groundwater recharge technology is the effort to reduce excessive surface runoff and to conserve the groundwater as well. However, runoff can disperse the pollutants which then accumulate in water bodies. Hence, pollutants can contaminate the groundwater by polluted surface runoff that enters the absorption well which is regarded as the most appropriate technology for water conservation. The objective of research is to know the capability of zeolit absorbing pollutants accumulated in the surface runoff. A prototype of absorption well for conserving and minimizing the risk of groundwater contamination is proposed in this research. Results of the research show that zeolit can reduce the pollutants dissolved in surface runoff. Thus, this material can be combined to the absorption well. This prototype should be built with local materials and will be proposed to improve the specification of the absorption well registered in SNI 06-2459-2002.

Keywords: *Zeolit, runoff, groundwater, recharge, pollutant accumulation*

PENDAHULUAN

1 Latar Belakang

Undang-undang SDA pasal 1 angka 18 menyatakan bahwa konservasi adalah upaya memelihara keberadaan serta keberlangsungan keadaan, sifat dan fungsi SDA agar tersedia dalam kuantitas dan kualitas yang memadai untuk kebutuhan makhluk hidup pada waktu sekarang maupun masa datang. Salah satu kegiatan yang dilaksanakan dalam konservasi adalah pengawetan air yaitu menyimpan air yang berlebihan saat hujan dan dimanfaatkan pada waktu diperlukan (Basuki dan Kodoati, 2005).

Teknik imbuan buatan atau resapan buatan merupakan upaya mengurangi limpasan permukaan yang berlebih dan juga untuk mengimbuh air tanah secara buatan (Sunarto, 2007). Adapun spesifikasi dari sumur resapan air hujan untuk lahan pekarangan telah

ditetapkan pada SNI 06-2459-2002.

Dalam upaya konservasi sumber daya air termasuk air tanah, beberapa pemerintah daerah juga telah mengkaitkan kewajiban membangun sumur resapan dengan IMB (Izin Mendirikan Bangunan).

Sebagai contoh adalah Perda Yogyakarta No. 4/1988 dan Pergub DKI No. 68/2005. Sedangkan Pemerintah Kota Bandung dalam rangka pelaksanaan program konservasi lingkungan menetapkan bahwa setiap izin bangunan untuk satu rumah yang mempunyai luas bangunan 150 m², harus ada satu sumur resapan (www.bplhd.Jabar.go.id, Agustus 2007). Aturan tersebut ditetapkan berdasarkan Perda Jabar No: 2/2006, pasal 79 yang menyatakan: perubahan kawasan lindung dilakukan dengan sumur resapan dan upaya konservasi lainnya.

*) Peneliti Madya Bidang Teknik Lingkungan
Sumber Daya Air, Puslitbang Sumber Daya
Air, Bandung

Namun demikian, limpasan air hujan yang melewati suatu wilayah permukiman dan komersial akan membawa berbagai material pencemar. Konsentrasi zat pencemar ini berpotensi menyebabkan akumulasi zat pencemar yang menimbulkan pencemaran badan air, termasuk air tanah akibat limpasan air hujan yang diresapkan melalui sumur resapan.

Zat pencemar yang dibawa oleh limpasan permukaan di daerah permukiman (urban) secara umum adalah padatan tersuspensi, bakteri, senyawa nutrient, minyak-lemak, bahkan logam berat. (www.epa.gov/nps, 2007).

Kenaikan kadar pencemar akibat limpasan hujan juga diindikasikan dengan naiknya kadar Mangan (Mn) di sumur-sumur dangkal daerah Cimahi pada saat musim hujan akibat dari limpasan permukaan (Sukmawati dan Tontowi, 2002). Berdasarkan data dari Dinas Kesehatan Provinsi DIY juga menunjukkan bahwa jumlah lokasi air sumur di Yogyakarta yang memenuhi syarat kesehatan telah berkurang dari 60% menjadi 17% dalam jangka waktu 3 tahun (2002-2004) terutama akibat meningkatnya kadar nitrat dan total *coli* pada sumur yang diteliti (Tri Haryono, 2007).

Oleh karena itu sumur resapan di lahan pekarangan (SNI 06-2459-2002) sangat perlu dikembangkan. Dengan demikian, sarana resapan tersebut selain berfungsi untuk konservasi, juga mampu mengurangi resiko terjadinya pencemaran badan air terutama air tanah.

Bahan yang digunakan untuk membuat sarana resapan tersebut adalah bahan lokal dan telah tersedia di pasaran, sehingga mudah dan relatif murah dalam pembuatannya. Sehingga lingkup pada penelitian ini adalah membuat prototip sarana resapan air hujan sangat sederhana yang dapat dibuat dari bahan lokal.

2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan absorpsi media zeolit terhadap zat pencemar yang terlarut maupun tersuspensi pada limpasan air hujan.

Hasil penelitian ini adalah suatu usulan prototip sumur resapan air hujan yang dapat mengurangi resiko terjadinya pencemaran air tanah dengan menggunakan bahan lokal dan telah tersedia di pasaran. Usulan prototip ini merupakan pengembangan spesifikasi sumur resapan di lahan pekarangan yang telah tercantum pada SNI 06-2459-2002.

Dengan demikian, sumur resapan air hujan yang dibangun oleh masyarakat baik secara mandiri maupun kolektif (beberapa rumah tangga atau sekolah), tetap dapat berfungsi untuk konservasi sumber daya air, tetapi juga mampu mengurangi resiko terjadinya pencemaran terhadap air tanah.

HIPOTESIS

Pencemaran air tanah dapat terjadi akibat limpasan air hujan yang mengandung zat-zat pencemar yang masuk melalui sumur resapan tanpa melalui proses filtrasi dan absorpsi.

Untuk mengurangi resiko terjadinya pencemaran pada air tanah, maka proses filtrasi melalui media berpori dan absorpsi dengan media zeolit pada sumur resapan perlu diterapkan.

METODOLOGI

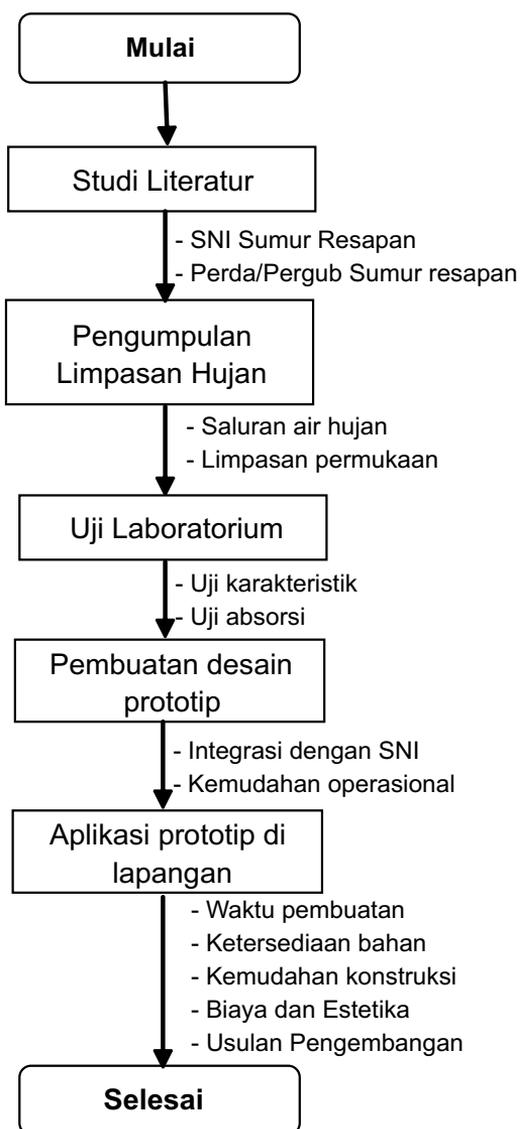
Penelitian dimulai dengan menggunakan studi literatur, terutama yang berhubungan dengan sumur resapan. Termasuk diantaranya adalah Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang spesifikasi sumur resapan di lahan pekarangan (Gambar 1).

Selain itu beberapa peraturan daerah juga digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini terutama yang berkaitan dengan pembangunan sumur resapan.

Lokasi prototipe sumur resapan air hujan dibangun di halaman Balai Lingkungan

Keairan, Pusat Litbang Sumber Daya Air.

Sedangkan pengujian daya serap zeolit terhadap zat pencemar yang terdapat pada air hujan maupun limpasan permukaan juga dilakukan di laboratorium pengujian kualitas air, Balai Lingkungan Keairan. Zeolit yang digunakan adalah yang telah tersedia di pasaran.



Gambar 1 Diagram alir Metodologi penelitian

Desain dan aplikasi prototip yang diusulkan adalah mengintegrasikan SNI 06-2459-2002 (Gambar 2). Penelitian laboratorium juga harus dikaitkan dengan kemudahan dalam membangun serta ketersediaan bahan di pasaran. Selanjutnya dari hasil uji prototip tersebut dapat diperkirakan biaya konstruksi sumur resapan yang ramah lingkungan.

HASIL PENELITIAN

a Penelitian Laboratorium

Penelitian laboratorium untuk menguji pemanfaatan zeolit yang berfungsi sebagai media filtrasi dan media absorpsi zat pencemar adalah menggunakan limpasan air hujan yang mengalir di saluran sekitar laboratorium Balai Lingkungan Keairan. Sehingga kemampuan zeolit dalam mereduksi zat pencemar dapat diketahui secara pasti. Tabel 1 menunjukkan bahwa zeolit dapat menurunkan zat-zat pencemar dalam limpasan hujan.

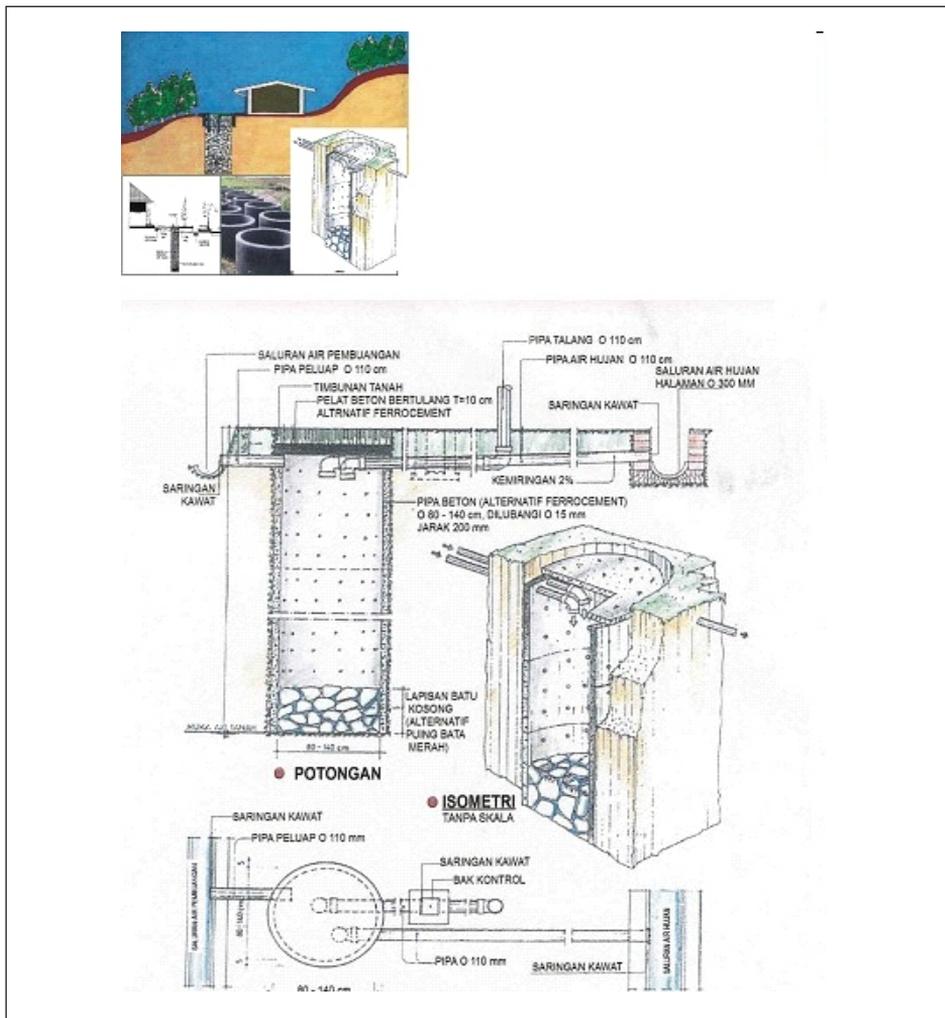
Partikel tersuspensi dapat direduksi hingga $\pm 99\%$. Hasil pengujian terhadap parameter partikel tersuspensi menunjukkan bahwa media zeolit yang diperoleh di pasaran dapat berfungsi sebagai media filtrasi. Sehingga limpasan air hujan yang mengandung partikel tersuspensi akan disaring oleh media zeolit dan mengurangi resiko pencemaran partikulat pada air tanah. Reduksi parameter organik (sebagai KMnO_4) dan parameter warna rata-rata mencapai $\pm 90\%$ dan $\pm 72\%$. Sedangkan Konsentrasi Fenol dan Minyak/Lemak dapat rata-rata dapat direduksi oleh zeolit masing-masing $\pm 96\%$ dan 98% . Sedangkan kadar deterjen (sebagai MBAS) dapat direduksi sampai $\pm 83\%$. Kondisi ini juga menunjukkan bahwa media zeolit selain berfungsi sebagai media filtrasi juga berfungsi sebagai media absorben.

A.Poerwadio dan A.Masduqi (2004) menyatakan proses adsorpsi berpengaruh tinggi terhadap reduksi zat-zat pencemar selain proses filtrasi. Proses adsorpsi zat pencemar dapat terjadi akibat adanya gaya Van der Waals dan Gaya Elektrostatis kimia antar partikel pada media zeolit (A. Purwadio dan A.Masduqi, 2004)

Parameter logam (Fe, Mn dan Zn) rata-rata hanya dapat direduksi sampai sekitar 58%. Hal ini menunjukkan masih rendahnya kapasitas tukar ion pada media zeolit yang

telah tersedia di pasaran. R.Saputra (2007) menyarankan untuk mengaktifkan terlebih dahulu zeolit dengan cara pemanasan dengan suhu 230°C dan dengan penambahan reaksi kimia misal: Asam kuat atau Basa Kuat.

Namun demikian, cara pengaktifan ini akan sulit dilaksanakan di lapangan karena kurang praktis. Dengan pertimbangan kadar logam berat dari limpasan permukaan relatif rendah dan masih dapat direduksi sekitar 58% (Tabel 1), maka zeolit yang ada di pasaran masih dapat dipakai tanpa pengaktifan



Gambar 2 Sumur resapan air hujan Tipe IIIIC (sumber: SNI 06-2459-2002)

Tabel 1 Hasil analisis pengujian pemanfaatan zeolit (rata-rata 6 kali uji filtrasi)

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisis Uji Filtrasi					Buku Mutu*
			Sebelum ^{*)}	Setelah ^{**)}				
				Max	Min	Rata-rata	Sdev	
	Fisika							
1	Kekeruhan	NTU	283	27	8	19	9.55	25
2	Warna	Unit PtCo	17,8	13	2	5	5.73	50
3	Daya Hantar Listrik	$\mu\text{mho/cm}$	406	378	268	368	60.83	-
4	Zat Padat Terlarut	mg/L	282	220	95	240	78.58	1500
5	Zat Padat Tersuspensi	mg/L	504	54	25	30	15.50	-
	Kimia							
1	pH	-	6,9	7,3	6,9	7	0.26	6,5 - 9
2	Kesadahan	mg/L CaCO_3	133	128	110	128	10.39	500
3	Besi (Fe)	mg/L	0,462	0,068	0,032	0,042	0.02	1,0
4	Mangan (Mn)	mg/L	0,118	0,122	0,078	0,092	0.02	0,5
5	Tembaga (Cu)	mg/L	< 0,024	<0,024	<0,024	<0,024	-	-
6	Seng (Zn)	mg/L	0,064	0.042	0.018	0,025	0.01	15
7	Krom VI (Cr)	mg/L	< 0,037	< 0,037	< 0,037	<0,037	-	0,05
8	Kadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	< 0,003	< 0,003	<0,003	-	0,005
9	Timbal (Pb)	mg/L	< 0,024	< 0,024	< 0,024	<0,024	-	0,05
10	Fluorida (F)	mg/L	0,376	0,086	0,035	0,064	0.03	1,5
11	Klorida (Cl)	mg/L	24,3	24,3	24,3	24,3	-	600
12	Sulfat (SO_4)	mg/L	31,6	28,8	25	26	1,85	400
13	Nitrat (NO_3)	mg/L	1,04	1,42	1,15	1,31	0,13	10
14	Nitrit (NO_2)	mg/L	0,214	0,055	0,012	0,025	0.02	1,0
15	Deterjen (MBAS)	mg/L	0,576	0,118	0,075	0,093	0.02	0,5
16	Fenol	mg/L	0,056	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
17	Minyak Lemak	mg/L	0,4	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
18	Fosfat	mg/L	0,6	0,42	0,18	0,254	0,123	-
19	Nilai Permanganat	mg/L	108	23	8	11,8	7,79	10

Keterangan :

* :Sebelum pengolahan

** : Setelah uji filtrasi zeolit

*** : PERMENKES No. 416/MENKES/PER/IX/1990

Sebagai alternatif adalah dapat digunakan media zeolit yang telah diaktifkan, yang juga telah tersedia di pasaran dengan harga yang lebih tinggi.

Sedangkan parameter pencemar logam berat lainnya (Cr, Cu, Cd, Pb) lebih rendah daripada batas deteksi pengukuran, meskipun limpasan hujan tersebut diambil dari saluran limbah domestik.

Dengan demikian potensi pencemaran air tanah oleh parameter logam berat (Cr, Cu, Cd dan Pb) akan dikurangi bila limpasan hujan tersebut dialirkan melalui lapisan zeolit yang berfungsi sebagai media penukar ion.

Fenomena ini juga disampaikan oleh Saputra (2007), yang menyatakan bahwa media zeolit dapat berfungsi sebagai media pengolah limbah industri yang mengandung logam berat melalui proses penukaran ion.

Dengan demikian, dari hasil pengujian laboratorium melalui uji filtrasi (Tabel 1) memberikan gambaran bahwa media zeolit dapat digunakan untuk mengurangi resiko terjadinya pencemaran air tanah akibat limpasan air hujan.

b Aplikasi Prototip

Prototip yang dibuat adalah berdasarkan SNI 06-2459-2002 (Gambar 2). Adapun perencanaan dan perhitungan sumur resapan air hujan adalah mengacu pada SNI:03-2453-2002 tentang "Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Lahan Pekarangan" sebagaimana persamaan berikut:

$$V_{ab} = 0,855.C_{tadaha} * A_{tadaha}.R$$

dimana :

V_{ab} = Volume andil banjir yang akan ditampung sumur resapan (m^3)

C_{tadaha} = Koefisien limpasan dari bidang tadah (tanpa satuan)

A_{tadaha} = Luas bidang tadah (m^2)

R = Tinggi hujan harian rata-rata (L/m²/hari)

Sedangkan volume air hujan yang meresap digunakan rumus sebagai berikut:

$$V_{rsp} = t_e / 24. * A_{total}.K$$

Dimana :

V_{rsp} = Volume air hujan yang meresap (m^3)

t_e = durasi hujan efektif (jam) = 0,9*.

R0, 92/60 (jam)

A_{total} = Luas dinding sumur + luas alas sumur (m^2)

K = koefisien permeabilitas (m/hari)

Dari persamaan-persamaan tersebut dan dikombinasikan dengan bahan-bahan yang terdapat di pasaran, maka dapat diperkirakan bahwa untuk kebutuhan tingkat rumah tangga (bidang tadah $\pm 150m^2$) minimal membutuhkan 2 buis beton ukuran $\varnothing 60$ cm diluar ketebalan media filtrasi dan adsorpsi. Sedangkan untuk kolektif (misal: beberapa rumah tangga dalam 1 halaman atau sekolah) dengan bidang tadah $\pm 500 m^2$ minimal membutuhkan 5 buis beton ukuran $\varnothing 100$ cm diluar ketebalan media filtrasi dan adsorpsi. Usulan prototip selengkapnya tertera pada Gambar 4

Gambar 4 mengkombinasikan SNI:06-2459-2002 (Gambar 2) dengan hasil penelitian laboratorium (uji filtrasi zeolit). Sehingga Zeolit dimanfaatkan sebagai media filtrasi dan bahan adsorpsi pada SNI tersebut.

Ketebalan media dan letak zeolit ditentukan seperti pada Gambar 4. Namun demikian, dari hasil uji laboratorium dan studi literatur menunjukkan bahwa makin tebal media filtrasi dan adsorpsi, maka hasil proses filtrasi dan adsorpsi akan semakin baik.

Diharapkan aplikasi media zeolit yang diterapkan di Balai Lingkungan Keairan selain menyerap dan menyaring partikel pencemar dari saluran dan talang (atap), juga dapat berfungsi menyerap zat pencemar akibat limpasan permukaan.

Batuan kerikil atau batu pecah pada dasar sumur resapan dengan ukuran $\varnothing(2-5)$ cm, selain membantu penguatan konstruksi sumur resapan, juga dapat berfungsi sebagai media filtrasi. Sehingga proses filtrasi dapat dilakukan oleh dua media yaitu media zeolit dan media kerikil. Begitu juga dengan kerikil

atau batu pecah di sekitar buis beton selain berfungsi mengisi sisa lubang galian, juga dapat membantu kestabilan sumur resapan yang terbuat dari buis beton. Selain itu pula, media tersebut juga menjadi media filtrasi terhadap limpasan permukaan tercemar seperti terlihat pada Gambar 4.

Untuk lebih meningkatkan efektifitas filtrasi dan adsorpsi zat pencemar dari limpasan air hujan, maka pembuatan sarana resapan air hujan di lahan pekarangan hendaknya telah diketahui kedalaman muka air tanah. Disarankan, ukuran kedalaman galian maksimal untuk sarana resapan air hujan adalah 1 (satu) meter diatas muka air tanah.

Kondisi perlu diperhitungkan agar limpasan air hujan yang masuk ke sumur resapan masih sempat mengalami proses filtrasi dan adsorpsi dari zeolit maupun kerikil sebelum mencapai permukaan air tanah. Dengan demikian, potensi resiko pencemaran air tanah akan dapat dikurangi.



Gambar 3 Prototip Sarana Resapan Air Sangat Sederhana (SaRASS) di Balai Lingkungan Keairan.

Adapun prototip sarana resapan air sangat sederhana (SaRASS) selengkapnya yang telah dibangun di halaman Balai Lingkungan Keairan dapat dilihat pada Gambar 3. Prototip tersebut telah di disain dan dibangun untuk menampung dan melindungi air tanah dari zat pencemar limpasan air hujan dari atap maupun halaman.

Media zeolit yang berada disekitar penutup resapan berfungsi menjadi media filtrasi dan adsorpsi, sebelum masuk ke sumur resapan. Sehingga zat pencemar yang tersuspensi maupun terlarut pada limpasan permukaan dapat dikurangi.

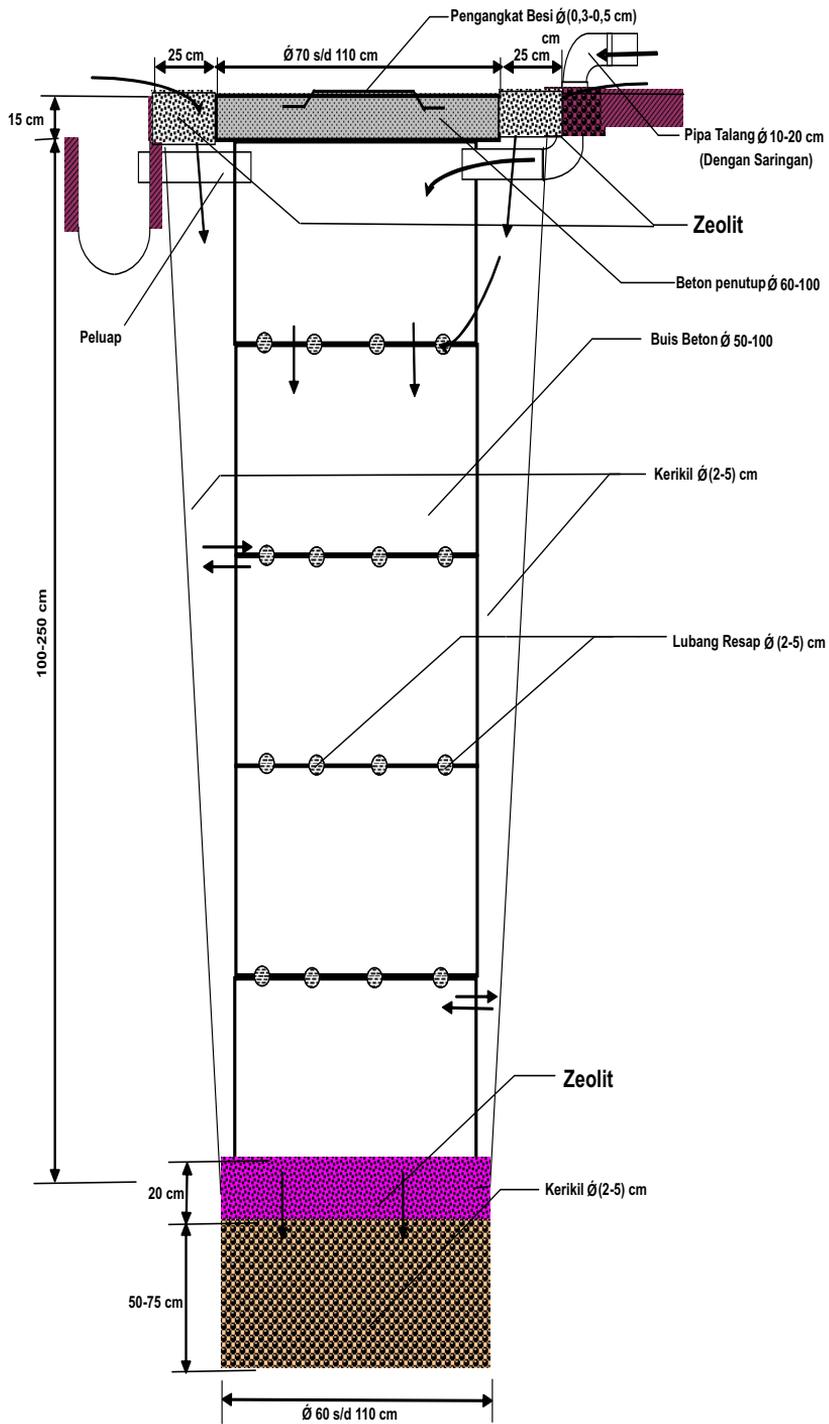
Aplikasi pembuatan prototip menunjukkan, bahwa prototip ini dapat dibuat secara mudah, cepat dan dengan bahan yang telah tersedia di pasaran. Pembuatan dan pemasangan sumur dapat dilaksanakan dalam 1 hari kerja, diluar pembuatan tutup beton (21 hari). Adapun perkiraan biaya pembuatan Sarana Resapan Air Sangat Sederhana baik tipe mandiri maupun kolektif dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Perkiraan biaya pemanfaatan Zeolit untuk Sumur Resapan Air Hujan *)

Uraian	Tipe Mandiri (Rp)**	Tipe Kolektif (Rp)***
1. Buis Beton	100.000	500.000
2. Media Pengisi :		
-Kerikil	50.000	200.000
-Zeolit	60.000	200.000
3. Penutup	50.000	100.000
4. Plesteran	50.000	100.000
5. Tenaga (gali dan pasang)	200.000	400.000
Total :	510.000	1.500.000

*) : Biaya Agustus 2007; **) : Luas tangkapan $\leq 150 \text{ m}^2$;

***): $150 \text{ m}^2 < \text{Luas tangkapan} \leq 500 \text{ m}^2$



Gambar 4 Skema prototip Sarana Resapan Air Sangat Sederhana

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian laboratorium dan aplikasi prototip maka dapat disampaikan hal-hal sebagai berikut:

- a Air hujan yang telah mencapai permukaan bumi dan menjadi limpasan permukaan dapat berpotensi mencemari badan air terutama air tanah.
- b Diperlukan suatu teknologi resapan air yang berfungsi untuk konservasi air tanah, namun tetap aman terhadap pencemaran air tanah.
- c Zat pencemar yang dapat direduksi oleh filtrasi zeolit adalah partikel tersuspensi mencapai $\pm 99\%$. Reduksi parameter organik (sebagai KMnO_4) adalah $\pm 90\%$. Konsentrasi Fenol dan Minyak/Lemak dapat diturunkan oleh zeolit masing-masing hingga $\pm 96\%$ dan $\pm 98\%$. Sedangkan kadar deterjen (MBAS) dapat diturunkan sekitar 83%. Parameter logam rata-rata dapat direduksi sampai 58%.
- d Zeolit dapat diintegrasikan dengan sarana resapan air hujan. Sehingga selain sebagai imbuhan air tanah (fungsi konservasi), tetapi juga mampu mengurangi resiko terjadinya pencemaran pada air tanah.
- e Prototip ini dapat menjadi usulan pengembangan penggunaan "Sumur Resapan di lahan pekarangan (SNI 06-2459-2002)" yang lebih aman dari pencemaran air tanah. Namun demikian, penelitian ini perlu dilanjutkan dengan penentuan bahan adsorban yang lebih efektif, dan relatif murah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima-kasih disampaikan kepada Dr. Ir. Priana Soedjono, M.Sc. dari Jurusan

Teknik Lingkungan ITB atas segala kritik dan saran-sarannya. Tidak lupa juga ucapan terima-kasih disampaikan kepada rekan di Balai Lingkungan Keairan terutama Syamsul Bahri, Agus Margana, Aditya, Ara Kuswara dan Kusman atas bantuan analisis dan aplikasi lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- 1 A. Purwadio dan A.Masduqi, 2004. *Penurunan Kadar Besi oleh Media Zeolit Alam Ponorogo Secara Kontinyu*. Jurnal Purifikasi Vol.5 No.4, Pusat Penelitian Teknologi Mineral, Bandung, pp.169-174.
- 2 Basuki dan Koodoati. 2005. *Kajian Undang-undang Sumber Daya Air*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- 3 Saputra. 2007. *Pemanfaatan Zeolit Sintetis sebagai Alternatif Pengelolaan Limbah Industri*. www.warmada.staff.ugm.ac.id/./rodhie-zeolit.pdf (attached Oktober 2007)
- 4 SNI No: 06-2459-2002. *Spesifikasi Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan*. Departemen Pekerjaan Umum. Yayasan LPMB, Bandung.
- 5 SNI 03-2453-2002. *Tata Cara perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan*. Departemen Pekerjaan Umum. Yayasan LPMB, Bandung.
- 6 Sunarto, Bambang. 2007. *Teknik Sumur Injeksi untuk Pengendalian Banjir dan Keperluan Lain serta Berbagai Teknik Ekuivalen Lainnya*. Jurnal Sumber Daya Air Vo. 3 No.4. Puslitbang SDA. Bandung.
- 7 Sukmawati dan Tontowi. (2002). *Penelitian Kadar Logam Besi, Mangan dan Seng Pada Sumur Dangkal di Daerah Cimahi*. Jurnal Litbang Pengairan. Vol. 16 No.49. Puslitbang SDA, Bandung.

- 8 Tri Harjono, 2007. *Sumur Resapan, Sekali Merengkuh Sumur, Dua Tiga Pulau Terlampaui*.
www.bappeda.jogjakarta.go.id (attached, Agustus 2007)
- 9 www.epa.gov/nps. (Attached 2007). *Protecting Water Quality from Urban RunnOff*. U.S. Environmental Protection Agency Nonpoint Source Control Branch.

Diterima 27 Desember 2007 ; disetujui 12 Pebruari 2008