

INOVASI SUMUR IMBUHAN UNTUK PEMANENAN AIR HUJAN DOMESTIK

Lilik Sudiajeng¹, I Wayan Wiraga², I Gusti Lanang Parwita³

- 1) Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali
e-mail: sudiajeng@pnb.ac.id
2) Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali
3) Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali

Abstrak : Masalah umum yang sering dihadapi kota besar adalah terjadinya genangan air atau banjir di saat musim hujan dan krisis air di saat musim kering. Kondisi tersebut juga dialami oleh sebagian wilayah Kota Denpasar, di antaranya adalah Denpasar bagian Utara, sebagian Denpasar Timur, dan sebagian Denpasar Barat. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut, di antaranya melalui pembuatan sumur imbuhan. Penelitian sebelumnya sudah menghasilkan desain sumur imbuhan untuk pemanenan air hujan yang terbuat dari buis beton diameter 1 m, namun dalam penerapannya mengalami beberapa kendala, terutama masalah ketersediaan lahan dan tenaga kerja untuk mengerjakan galian secara manual. Oleh karenanya perlu dilakukan inovasi desain sumur imbuhan berdasarkan prinsip-prinsip ergonomi yang menempatkan kenyamanan pengguna sebagai pertimbangan utama. Berdasarkan data hidrogeologi, telah dilakukan inovasi desain sumur imbuhan dari pipa HDPE diameter 12" yang pembuatannya dapat dilakukan secara masinal dan pracetak, fleksibel tergantung ketersediaan lahan yang ada di halaman rumah penduduk, bahkan dapat dibuat di sepanjang bawah cucuran atap sehingga tidak memerlukan lahan khusus. Desain dibuat indah sehingga dapat menyatu dengan keindahan rumah. Desain sumur tersebut juga dapat dibuat di sepanjang bahu jalan atau di tempat-tempat fasilitas umum lainnya. Dengan desain yang fleksibel tersebut semua unsur baik masyarakat maupun pemerintah diharapkan tergugah untuk ikut dalam program pemanenan air hujan sehingga pada musim hujan dapat memanen air dalam jumlah yang banyak dan mengurangi terjadinya genangan air atau banjir di saat musim hujan serta mencegah terjadinya krisis air di saat musim kemarau.

Kata Kunci : Inovasi, sumur imbuhan, pemanenan air hujan, domestik.

Innovation of Domestic Recharge Wells for Rainwater Harvesting

Abstract: A common problem faced by the urban cities is the occurrence of waterlogging or flooding in the rainy season and the water crisis in the dry season. Some areas in northern, east, and west part of Denpasar City also experienced it. Various programs have been made to overcome these problems, including through the creation of recharge wells. Previous research has produced design of recharge wells for rainwater harvesting which is made of concrete with 1 m diameter, but in practice having some problems, especially the availability of land and labor for excavation work manually. Therefore, it is necessary to create innovation design based on ergonomics principal that placed the user comfort as the first consideration to produce more flexible design and easy in the building process. Based on data from hydrogeological, it has been designed the recharge wells made from HDPE pipe diameter 12 " based on ergonomics principal. It is flexible and easy to build. The excavation work can be done mechanically and the filtering ponds are made from precast concrete. The application of the design is very flexible depending on the availability of land in the courtyard houses, and even can be made along under the eaves so it does not require special land. The design also made beautiful so it can blend with the beauty of the house. It can also be made along the shoulder of the road or in other public places facilities. With a flexible design, all parties of both society and the government is expected to take part in rainwater harvesting program in large amounts and reduce the occurrence of waterlogging or flooding during the rainy season and prevent the water crisis in the dry season.

Keywords: Innovation, recharge wells, rainwater harvesting, domestic.

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah umum yang sering dihadapi kota besar pertambahan penduduk yang semakin tinggi, alih fungsi lahan yang kurang terkontrol, menyusutnya lahan hijau dan eksploitasi sumber daya alam yang berlebihan terutama pemanfaatan air untuk memenuhi kebutuhan hidup, terjadinya genangan air atau banjir di saat musim hujan dan krisis air di saat musim kering yang berpengaruh terhadap ketersediaan dan kualitas sumber air tanah, bahkan lebih buruk lagi dapat menyebabkan terjadinya krisis air tanah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Bouwer (2001) yang menyatakan bahwa penyebab utama terjadinya krisis air global adalah meningkatnya kebutuhan air, perubahan cuaca, dan menurunnya bidang resapan air. Berbagai upaya konservasi air tanah sudah dilakukan oleh Pemerintah Kota Denpasar, di antaranya melalui pembuatan sumur imbuhan untuk pemanenan air hujan. Penelitian sebelumnya telah menghasilkan desain sumur imbuhan yang terbuat dari buis beton dengan diameter 1 m dan kedalaman 6 m (Sudijang dkk., 2015). Hasil analisis menunjukkan bahwa desain tersebut efektif untuk pemanenan air hujan domestik. Namun, dalam penerapannya dijumpai beberapa kendala lapangan, di antaranya adalah masalah ketersediaan lahan dan tukang gali manual. Atas dasar pemikiran tersebut, maka perlu dilakukan inovasi desain yang lebih fleksibel, yang dapat dilakukan dengan sistem semi mekanik, dan mudah dalam penerapannya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah kolam filtrasi yang dipasang mengelilingi pipa sumur imbuhan mampu meningkatkan kualitas air sebelum memasuki pipa sumur imbuhan ?
2. Berapa lama waktu pengisian dan waktu pengembalian air tanah untuk 1 unit sumur?
3. Apakah pemanenan air hujan melalui sumur imbuhan mampu mengimbangi pemanfaatan air oleh rumah tangga?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kota Denpasar dan lebih fokus pada pengukuran efektifitas sumur imbuhan yang telah didesain sebagai hasil inovasi ergonomis berdasarkan data hidrogeologi hasil penelitian sebelumnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air Tanah dan permasalahannya

Dalam kondisi ideal, siklus hidrologi secara alami akan menjaga keseimbangan antara masukan, simpanan dan keluarannya, namun perkembangan industri serta perubahan aktivitas/perilaku manusia telah mengganggu keseimbangan tersebut sehingga timbulah isu global tentang krisis air. Penyebab utama terjadinya krisis air global ini antara lain karena kebutuhan air meningkat, perubahan cuaca global, kurangnya daerah resapan atau tampungan air permukaan (Bouwer, 2001). Permasalahan utama dalam pengelolaan air tanah khususnya di negara berkembang adalah terbatasnya pasokan air dari sumber air permukaan akibat alih fungsi lahan, eksploitasi air tanah akibat perkembangan industri, perilaku masyarakat yang kurang peduli terhadap kelestarian lingkungan yang akhirnya menyebabkan penurunan muka air tanah, intrusi air laut, pencemaran air tanah, dan amblesan tanah. Liu dkk. (2013) melaporkan bahwa alih fungsi lahan di Alagan China periode 1980 – 2000 telah menyebabkan terjadinya perubahan arus dan tinggi muka air tanah. Sementara itu, Wang dkk. (2015) juga melaporkan bahwa eksploitasi air tanah selama tahun 1985 – 2010 menyebabkan penurunan kedalaman air tanah di Linze County. Hal ini senada dengan hasil penelitian Tirtomihardjo dan Setiawan (2011) yang melaporkan bahwa pergeseran fungsi lahan di Bali telah menyebabkan terjadinya penurunan tinggi muka air tanah hingga mencapai 60 – 73 mbmt. Sementara itu, hasil penelitian Sudijang dkk. (2015) melaporkan bahwa eksploitasi air tanah melalui sumur bor oleh hotel di Denpasar mencapai kedalaman antara 70 – 200 mbmt. Eksploitasi air tanah secara besar-besaran melalui sumur bor dapat menyebabkan terjadinya intrusi air laut ke daratan dan menurunkan kualitas air tanah. Sudijang (2014) melaporkan bahwa 156rgono seluruh wilayah Denpasar sudah terintrusi air laut. Dari 134 titik sumur yang diuji, 89,06 % mempunyai nilai EC (Electrical Conductivity) < 1000 μ mhos/cm dan 10,94 % antara 1000 – 2079 (melebihi nilai ambang batas yang direkomendasikan, yaitu < 2000 μ mhos/cm. Sementara itu, Sukaarsana dkk. (2015) melaporkan bahwa di wilayah Kuta Utara – Kabupaten Badung, nilai EC dari 60 sampel telah mencapai 1.677 μ mhos/cm. Dari data jelas bahwa telah terjadi eksploitasi air tanah yang berlebihan sehingga terjadi intrusi air laut yang cukup serius. Oleh karena itu, harus segera dilakukan upaya-upaya baik yang bersifat pencegahan maupun penanganan. Salah satu yang dapat dilakukan adalah dengan mengembalikan air tanah melalui sumur resapan buatan.

2.2. Rekayasa Sumur Resapan Buatan

Pengimbuhan air tanah dapat terjadi secara alami dan melalui upaya imbuhan buatan. Imbuhan alami terjadi melalui proses infiltrasi dan perkolasi secara gravitasi sehingga air hujan sampai ke muka air tanah. Sementara imbuhan buatan dilakukan dengan memompa air ke dalam sumur sehingga mencapai muka air tanah atau dengan metode penyebaran di permukaan tanah untuk meningkatkan infiltrasi (Danaryanto, 2010). Untuk di kota-kota strategis seperti Denpasar, pengimbuhan air tanah secara alami sangatlah sulit mengingat lahan bebas yang terbatas. Oleh karenanya, perlu upaya-upaya inovatif untuk merencanakan model imbuhan air yang berkelanjutan, salah satunya melalui pemanenan air hujan melalui sumur imbuhan. Biswas dan Mandal (2014) melaporkan bahwa pemanenan air hujan telah berhasil meningkatkan kualitas air dan mencukupi kebutuhan air bersih di Khulna-Bangladesh. Sudah banyak model imbuhan air buatan yang dikembangkan, namun satu hal yang perlu diingat bahwa suatu metode yang cocok diterapkan di suatu wilayah belum tentu efektif untuk wilayah lainnya. Pemilihan metode harus disesuaikan dengan kondisi hidrogeologi setempat seperti kondisi topografi, hidrologi, geologi, sifat-sifat tanah, produktivitas akuifer, dan kondisi khusus lainnya seperti kualitas air, iklim, dan nilai lahan. Budi (2013) melaporkan bahwa daya serap air pada tanah yang mengandung bahan 157rgonom 60,744% lebih baik dibandingkan dengan tanah lempung. Sudiajeng dkk. (2014) melaporkan bahwa berdasarkan peta daerah imbuhan Kota Denpasar diketahui daerah imbuhan berada di wilayah Denpasar bagian utara dan sebagian kecil wilayah Denpasar bagian barat dengan Curah hujan 1500 – 1750 mm/tahun dengan bulan basah 4 bulan/tahun. Nilai kelulusan air (K) tertinggi 0,0434 m/hari, tinggi muka air tanah 0,80 – 16,10 m bawah muka tanah (bmt) dan laju infiltrasi 0.00000054 mm/detik. Selanjutnya berdasarkan data tersebut, telah dirancang **sumur resapan dangkal** untuk mengimbangi pemanfaatan air tanah untuk kebutuhan **rumah tangga**. Apabila semua Kepala Keluarga (KK) yang berjumlah 220.150 KK mempunyai pengetahuan yang selanjutnya membangun kesadaran untuk membuat 1 sumur resapan, maka dapat memanen air hujan sejumlah 222,40 lt/dt atau sebesar 87.975% % 157rgonom air yang harus dikembalikan untuk menjaga ketersediaan dan kelestarian air tanah di Kota Denpasar. Oleh karenanya, perlu dilakukan rekayasa **sumur resapan dalam** dengan kapasitas yang lebih besar untuk mengimbangi pemanfaatan air tanah oleh 157rgonomi pariwisata dan 157rgonomi penduduknya. Di

samping upaya teknis, maka yang sangat penting untuk dilakukan adalah membangun budaya hemat air dan peduli lingkungan, dan salah satu cara yang efektif adalah melalui pendekatan ergonomi.

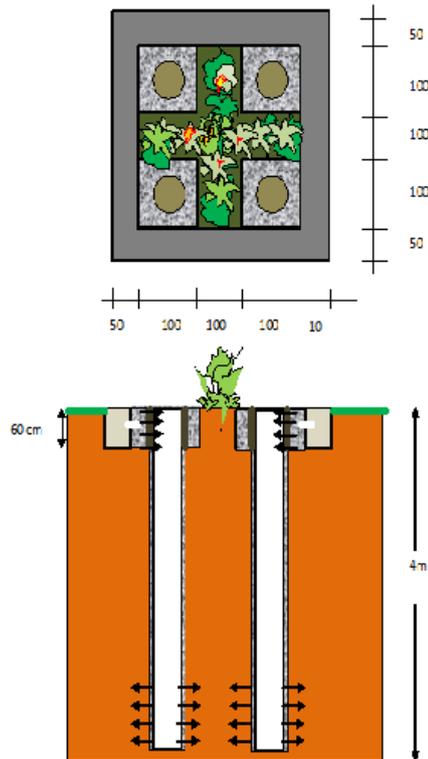
2.3. Pendekatan ergonomi

Untuk dapat mengelola air tanah secara proporsional maka diperlukan data yang terukur tentang bagaimana air tanah terjadi dan bergerak dan bagaimana aktivitas manusia mempengaruhi kejadian, pergerakan, kualitas air tersebut (ASCE, 1987; Danaryanto dkk, 2010). Mengingat bahwa aktivitas manusia sangat berpengaruh terhadap kondisi air tanah, maka dalam merancang sistem pengelolaannya harus menempatkan manusia dengan segala aktivitas, perilaku serta latar belakang sosial budaya sebagai pertimbangan utama sesuai dengan prinsip dasar ergonomi.

Ergonomi adalah disiplin ilmu yang mempelajari tentang interaksi antara manusia dengan berbagai elemen dalam sebuah sistem kerja dengan mempertimbangkan berbagai teori dasar, data, dan metode dalam upaya mengoptimalkan peran manusia dalam satu kesatuan sistem (IEA, 2000). Pendekatan ergonomi dilakukan melalui kajian dari berbagai aspek secara sistemik (mempertimbangkan semua subsistem sebagai satu kesatuan), *Holistic* (dikaji secara utuh), *Interdisciplinary* (dianalisis berdasarkan berbagai bidang ilmu), *and Participatory* (melibatkan semua unsur terkait) (SHIP) dengan menerapkan teknologi tepat guna melalui kajian teknis, ekonomis, ergonomis, sosial budaya, ramah lingkungan dan hemat energi (Manuaba, 2006). Dengan mensinergikan prinsip pendekatan ergonomi dengan ilmu hidrogeologi, dapat dirancang model sumur resapan yang mengedepankan kelebihan, keterbatasan, dan kebolehan manusia sebagai pelaku dalam setiap tahapan rancangan serta penerapannya sehingga dapat menerapkan teknologi tepat guna yang manusiawi, ramah lingkungan, hemat energi tanpa meninggalkan ciri khas kondisi sosial-budaya setempat (Sudiajeng, 2007; Sudiajeng, 2010; Sudiajeng, 2012). Melalui pendekatan ergonomi, dapat mengubah pemikiran bahwa sumur tidak selalu ditempatkan di sudut belakang rumah yang tersembunyi, melainkan dapat dibangun di halaman rumah, menyatu dengan keindahan rumah itu sendiri.

3. METODE PENELITIAN

Secara keseluruhan penelitian dilakukan dengan rancangan eksperimental dengan membuat sumur resapan dengan kedalaman 4 m sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain sumur imbuhan ergonomis

1. Satu unit sumur terdiri dari 4 pipa HDPE diameter 12 “ (sekitar 30 cm), dengan kedalaman 4 m sesuai panjang pipa
2. Pekerjaan galian sumur dilakukan dengan mesin bor
3. Ujung pipa bagian bawah dibuat lubang-lubang diameter sekitar 2 cm untuk peresapan air tanah ke arah samping.
4. Kolam filtrasi dibangun di atas sumur untuk memastikan kualitas air yang masuk sumur memenuhi standar kelayakan
5. Kolam endap dibangun di samping kolam filtrasi sebagai tampungan pertama air hujan yang jatuh di halaman sebelum masuk kolam filtrasi.
6. Dari aspek sosial-budaya Bali, sumur didesain dan diposisikan agar menyatu dengan keindahan disekitarnya dan memenuhi aspek asta-kosala-kosali, yaitu pengaturan tata ruang berdasarkan budaya bali.
7. Pengaturan letak pipa dapat disesuaikan dengan ketersediaan lahan, bisa dalam bentuk kelompok sebagaimana disajikan pada Gambar 1, apabila lahan yang tersedia cukup luas, atau berjajar dan di buat di bawah cucuran atap apabila lahan relatif sempit.

Sebagai dasar untuk melakukan rekayasa desain sumur resapan dalam, diperlukan data topografi untuk menentukan *catchment area* dan lokasi sumur, data hidrologi untuk mengetahui intensitas curah hujan yang dapat dipanen, data geoteknik untuk mengetahui

jenis tanah, tinggi muka air tanah, nilai kelolosan, dan nilai permeabilitas tanah.

Pengujian efektifitas kolam filtrasi dilakukan dengan melakukan pengujian kualitas air sebelum dan sesudah melalui kolam filtrasi, sedangkan pengujian efektifitas sumur imbuhan dilakukan dengan mengukur kecepatan pengisian air yang mengalir dari kolam filtrasi ke dalam pipa/sumur imbuhan.

4. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

4.1. Efektivitas Kolam Filtrasi

Pembuatan kolam filtrasi yang melingkari pipa sumur imbuhan dimaksudkan untuk melakukan perbaikan kualitas air sebelum masuk ke dalam sumur imbuhan. Kolam filtrasi dibuat dari susunan ijuk, pasir, dank oral. Hasil pengujian kualitas air sebelum dan sesudah melalui kolam filtrasi disajikan pada table 1.

Tabel 1. Hasil pengujian kualitas air

Parameter	Metode	Satuan	Hasil		Nilai maksimum
			Sebelum Filtrasi	Sesudah Filtrasi	
pH	pH meter	-	7,35	7,05	6 - 9
COD	Titrimetri	mg/l	17,35	8,90	10
BOD	Titrimetri	mg/l	7,458	3,761	2
Timbal	ICPE	mg/l	0,23	0,202	0,03
Kadmium	ICPE	mg/l	0,785	0,738	0,01
TDS	Gravimetri	mg/l	640	590	1000
DHL	Potensiometri	µs/cm	1000	971,8	-
Warna	Spektrofotometri	Unit Pt-Cu	113,864	85,365	-

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa dari semua parameter, kolam filtrasi efektif dalam memperbaiki kualitas air sebelum masuk pipa sumur imbuhan. Namun, ada beberapa parameter yang masih melampaui batas maksimum, yaitu BOD, timbal, dan Kadmium. Hal ini terjadi karena pada saat pengambilan sampel, air yang digunakan bukan air hujan, namun air dari saluran drainase yang menampung buangan dari pengairan dan rumah tangga yang kualitasnya diyakini jauh lebih rendah dari air hujan. Hal ini terjadi karena pada saat pengujian tidak turun hujan. Untuk itu, pengukuran kualitas air perlu diulang menunggu hujan turun karena sumur imbuhan didesain untuk pemanenan air hujan. Air hujan yang jatuh ke bumi dan menjadi air permukaan memiliki kadar bahan-bahan terlarut atau unsur hara yang sangat sedikit. Kualitas air hujan langsung ditentukan berdasarkan parameter fisik dan kimia menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 492/Menkes/Kes/Per/2010. Parameter fisika meliputi kekeruhan, suhu, total zat padat terlarut (TDS), total zat padat tersuspensi (TSS) dan daya hantar listrik (DHL). Adapun parameter kimia meliputi pH, sulfat, amonia, nitrit dan nitrat. Mayasari (2014) melaporkan bahwa hasil pengujian air hujan langsung ditinjau dari semua parameter baik fisika maupun kimia masih

berada dalam batas baku mutu yang diizinkan. Berdasarkan laporan tersebut, maka dapat diyakini bahwa kolam filtrasi akan sangat efektif untuk meningkatkan kualitas air hujan sebelum memasuki pipa sumur resapan. Dengan demikian air yang diresapkan ke dalam tanah dapat dijamin tidak akan menurunkan kualitas air tanah.

4.2. Efektivitas Sumur Imbuan

Hasil pengukuran disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3 berikut ini.

Tabel 2. Hasil pengukuran daya serap sumur imbuan hari ke-1

Penurunan Level Muka Air Tanah (m)					
Hari I					
Menit ke	P1	P2	P3	P4	Kolam Tampung
0	-0.090	-0.09	-0.09	-0.1	-0.17
1	-0.095	-0.095	-0.095	-0.1	-0.178
2	-0.090	-0.095	-0.1	-0.11	-0.178
3	-0.093	-0.097	-0.1	-0.11	-0.18
4	-0.095	-0.100	-0.1	-0.11	-0.184
5	-0.098	-0.102	-0.11	-0.12	-0.187
6	-0.103	-0.103	-0.11	-0.12	-0.19
7	-0.104	-0.107	-0.11	-0.122	-0.192
8	-0.108	-0.11	-0.118	-0.125	-0.193
9	-0.109	-0.112	-0.12	-0.13	-0.195
10	-0.113	-0.115	-0.13	-0.132	-0.20
15	-0.120	-0.13	-0.1300	-0.14	-0.21
20	-0.135	-0.143	-0.15	-0.16	-0.223
25	-0.148	-0.155	-0.16	-0.17	-0.233
30	-0.160	-0.17	-0.17	-0.19	-0.245
40	-0.169	-0.18	-0.19	-0.195	-0.26
45	-0.180	-0.195	-0.2	-0.2	-0.265
50	-0.190	-0.205	-0.215	-0.22	-0.275
55	-0.203	-0.215	-0.23	-0.23	-0.285
60	-0.205	-0.222	-0.23	-0.23	-0.298
65	0.215	0.234	0.24	0.24	-0.315
75	-0.240	-0.25	-0.26	-0.27	-0.32
85	-0.250	-0.27	-0.28	-0.29	-0.34
95	-0.270	-0.3	-0.3	-0.31	-0.36
105	-0.285	-0.32	-0.34	-0.35	-0.37
115	-0.313	-0.34	-0.365	-0.39	-0.38
125	-0.340	-0.36	-0.39	-0.42	-0.39
135	-0.360	-0.375	-0.4	-0.45	-0.4
155	-0.400	-0.405	-0.46	-0.67	0.42
175	-0.440	-0.43	-0.52	-0.82	-0.44
195	-0.660	-0.475	-0.66	-0.96	-0.45
215	-0.830	-0.51	-0.78	-1.04	-0.46
235	-0.950	-0.63	-0.86	-1.1	-0.46
265	-1.090	-0.82	-0.98	-1.19	
295	-1.210	-1.05	-1.08	-1.27	
325	-1.250	-1.07	-1.13	-1.3	
355	-1.300	-1.12	-1.21	-1.4	
385	-1.370	-1.18	-1.32	-1.48	

Tabel 3. Hasil pengukuran daya serap sumur imbuan hari ke-2

Hari II					
Pukul	P1	P2	P3	P4	Kolam Tampung
08.00	-1.70	1.67	1.67	1.73	
09.00	-1.72	1.68	1.68	1.75	
10.00	-1.72	1.7	1.7	1.75	
11.00	-1.73	1.71	1.71	1.76	
12.00	-1.74	1.72	1.72	1.76	
13.00	-1.75	1.72	1.72	1.78	
14.00	-1.77	1.74	1.73	1.79	
15.00	-1.78	1.75	1.74	1.79	
16.00	-1.79	1.76	1.75	1.80	

Hasil analisis berdasarkan data pada Tabel 1 dan 2 dapat diketahui bahwa waktu yang diperlukan untuk mengisi ke empat pipa sumur imbuan adalah 18,88 menit, sedangkan debit penyerapan/pengembalian air tanah adalah 0,009 m³/jam atau 0,2157 m³/hari/1 sumur. Dengan demikian, waktu yang diperlukan untuk mengembalikan air tanah dalam sumur adalah 2,17 hari.

Apabila semua kepala keluarga di Kota Denpasar yang berjumlah 220.150 KK masing-masing membuat 1 sumur resapan, maka pada setiap hari hujan dapat dipanen sejumlah 47.485 m³/hari. Bulan hujan efektif adalah 4 bulan/tahun. Jadi, hasil pemanenan air hujan pertahun adalah 5.698.200 m³/tahun atau 5.698.200.000 L/tahun. Apabila kebutuhan air per KK adalah 165 L/KK/hari maka total kebutuhan air untuk rumah tangga adalah 13.076.910.000 m³/tahun.

Air tanah adalah sumber daya yang terbarukan namun bukan berarti tidak terbatas. Untuk menjaga keseimbangan air tanah, maka minimal yang harus dikembalikan adalah 20% dari pemanfaatan. Jadi jumlah minimal air yang harus dikembalikan untuk mengimbangi pemanfaatan air untuk kebutuhan 220.150 KK adalah 2.615.382 L/tahun, lebih kecil dari hasil pemanenan air hujan per tahun. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa hasil pemanenan air mampu mengimbangi jumlah pemanfaatan air untuk kebutuhan rumah tangga. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Biswas dan Mandal (2014) yang melaporkan bahwa pemanenan air hujan telah berhasil meningkatkan kualitas air dan mencukupi kebutuhan air bersih di Khulna-Bangladesh

5. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Dari hasil dan pembahasan tentang efektifitas sumur imbuan yang didesain melalui pendekatan ergonomi, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Kolam filtrasi yang dipasang mengelilingi pipa sumur imbuan mampu meningkatkan kualitas air ditinjau dari semua parameter baku mutu air tanah, walaupun ada beberapa parameter yang masih melebihi nilai maksimal yang dianjurkan.
2. Waktu pengisian satu sumur resapan yang terdiri dari 4 pipa HDPE diameter 12” adalah 16,88 menit, sedangkan waktu pengosongan atau penyerapan adalah 2,17 hari.
3. Apabila semua kepala keluarga di Kota Denpasar yang berjumlah 220.150 KK masing-masing membuat minimal 1 unit sumur resapan, maka air hujan yang dapat dipanen adalah 5.698.200.000 L/tahun dan mampu mengimbangi pemanfaatan air oleh rumah tangga.

5.2. Saran

Dari hasil pembahasan dan simpulan tersebut, maka dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Untuk memastikan bahwa air hujan yang sudah melalui kolam filtrasi benar-benar memenuhi standar baku mutu air tanah, maka perlu dilakukan pengujian ulang dengan sampel air hujan langsung.
2. Perlu kebijakan pemerintah untuk memotivasi semua kepala keluarga agar mendukung program konservasi air tanah melalui pembuatan sumur resapan.
3. Mengingat bahwa pemanfaatan air tanah juga dilakukan oleh industri, maka perlu dirancang sumur imbuhan untuk mengimbangi pemanfaatan air oleh industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Adham, A.K.M.; Kobayashi, Akira; Murakami, Akira. 2011. Effect of Climatic Change on Groundwater Quality Around the Subsurface Dam. *International Journal of Geomate*, Oct. 2011, Vol. 1, No.1 (Sl. No. 1), pp. 25-31
- Biswas, Biblob Kumar and Mandal, Bablu Hira. 2014. Construction and Evaluation of Rainwater Harvesting System for Domestic Use in a Remote and Rural Area of Khulna, Bangladesh. *International Scholarly Research Notices Volume 2014 (2014)*, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/751952>.
- Bouwer, Herman. 2001. Artificial recharge of groundwater: hydrogeology and engineering, *Hydrogeology Journal* (2001) Vol. 10. Page : 121-142.
- Liu, Hai-Long; Bao, An-Ming; Pan, Xiang-Liang; & Chen, Xi. 2013. Effect of Land-Use Change and Artificial Recharge on the Groundwater in an Arid Inland River Basin. *Water Resour Manage* (2013) 27:3775–3790. DOI 10.1007/s11269-013-0380-6
- Mayasari. 2014. Analisis Kualitas Air Hujan dan Limpasan Melalui Media Green Roof di kampus IPB Darmaga Bogor. Tesis, Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Diakses dari : repository.ipb.ac.id/handle/123456789/72830
- Manuaba, 2003. Aplikasi Ergonomi dengan Pendekatan Holistik Perlu, Demi Hasil Yang Lebih Lestari dan Mampu Bersaing. Temu Ilmiah dan Musyawarah Nasional Keselamatan dan kesehatan Kerja, Ergonomi. Hotel Sahit, Jakarta. 17 – 19 Juli 2003.
- Muliarta, 2012. Eksploitasi Sumber Daya Air di Bali Sebabkan Krisis. VOA, 24 Agustus 2012. Diakses dari m.voaindonesia.com/a/1494836.html.
- Presiden Republik Indonesia. Undang-Undang No. 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air. Lembar Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 32.
- Provinsi Bali. 2010. Kajian Lingkungan Hidup Strategis (KLHS) Provinsi Bali.
- Sudijang, L; Santosa, I Gede; Lanang Made Parwita, I Gst.; Wiraga, I Wayan. 2015. Integrated Water Resources Management in Denpasar Regency Through Ergonomics “SHIP” Approach. Proceeding of the 19th Triennial Congress of the International Ergonomics Association 2015. Melbourne Convention and Exhibition Centre Melbourne, Australia. Monday 10 August 2015 – Friday 14 August 2015.
- Sudijang, L Lanang Made Parwita, I Gst.; Wiraga, I Wayan, Wiwin, Andayani Kt. 2014. Analisis Daerah Imbuhan Sebagai Upaya Konservasi Air Tanah di Kota Denpasar . Proceeding Seminar nasional Ketekniksipilan Bidang Vokasional II. Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali, September 2014.
- Sudijang, L. 2012. Profil Sungai (Tukad) Teba. Satker Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman Bali.
- Sudijang, L. 2012. Ergonomics Redesign Minimized Unsafe Action in a Wood Working Workshop. *Ergonomics In Asia, Development, Opportunities, and Challenges*. Yuh-Chuan Shih & Sheau-Farn Max Liang. CRC Press, Taylor and Francis Group, London. Page : 289-293.
- Sudijang, S. 2010. Ergonomic SHIP Approach for Sustainable Development of Woodworking Workshop. Proceeding International Conference on APCHI-Ergofuture 2010, Bali – Indonesia, 2 – 5 Augusts 2010.
- Wang, Jinfeng; Gao, Yanchun; Wang, Sheng. 2015. Land Use/Cover Change impacts on Water Table Change over 25 Years in a Desert-Oasis Transition Zone of the Heihe River Basin, China. *Water* 2016, 8, 11; doi:10.3390/w8010011.
- Tirtomihardjo, H. Dan Setiawan, T. 2011. Simulasi Aliran Air Tanah Cekungan Air Tanah Denpasar-Tabanan, Provinsi Bali. *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 6, No. 3, September 2011. Hal. : 145 – 163
- Zink, K.J., (2000). “Ergonomics in the past and the future : from a German perspective to an international one”. *Ergonomics*, Vol. 43, Juli 2003. Taylor & Francis. London.