

PERENCANAAN BANGUNAN PENGOLAHAN GREY WATER RUMAH TANGGA DENGAN LAHAN BASAH BUATAN DAN PROSES PENGOLAHANNYA

Siti Qomariyah¹⁾, Koosdaryani²⁾, Ruth Dias Kusumasari Fitriani³⁾

¹⁾ Mahasiswa Fakultas Teknik, Prodi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

^{2), 3)} Pengajar Fakultas Teknik, Prodi teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126; Telp. 0271-634524. Email: kusumasarifitriani@gmail.com

Abstract

A shortage of raw water supply in urban areas in the dry season occurs both in terms of quantity or quality. Looking for an alternative water sources the new became a global issue. One alternative water sources are type of domestic waste greywater. This papers outlines the benefits of recycling and reuse greywater waste for the purposes of non-potable watering plants like/ irrigation, rinsing the toilet , wash vehicles , out-door and other purposes. Demand for water was not need the quality of water as high as the quality of drinking water.

Constructed wetland is waste management system designed using natural process involving aquatic plants, media and microorganisms to process grey water. This research aims to improve the quality of the environment by means of minimize contaminant sourced from domestic waste. Methods used in this research is uses experimental methods. Wetlands artificial is made up of three pond namely the pool 1 to accommodate waste grey water with capacity 0,7425 m³. Pond 2 is a main building wetlands artificially with capacity 0,875 m³. and 3 serves as accommodate water processing the, with capacity reached 0,66 m³. The budget for the design for the production of wetlands artificial is Rp.4.142.000,-

Keywords: constructed wetland, grey water, reuse, recycling

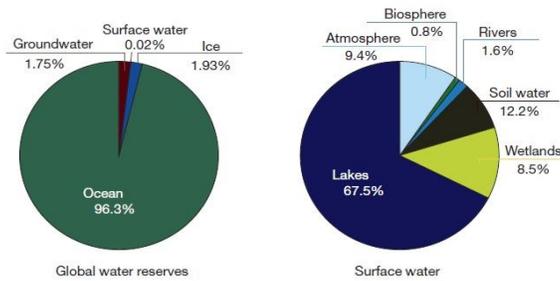
Abstrak

Kekurangan pasokan air baku di wilayah perkotaan pada musim kemarau terjadi baik secara kuantitas maupun kualitas. Mencari alternatif sumber air yang baru telah menjadi isu global. Salah satu alternatif sumber air adalah dari limbah domestik tipe *greywater*. Tulisan ini menguraikan manfaat pengolahan (recycling) dan pemanfaatan kembali (reuse) limbah *greywater* bagi keperluan *non-potable* seperti menyiram tanaman/irigasi, membilas toilet, mencuci kendaraan, dan keperluan *out-door* lainnya. Kebutuhan air tersebut tidak membutuhkan kualitas air setinggi kualitas air minum dan memasak. Teknologi lahan basah buatan merupakan sistem pengolahan limbah yang didesain menggunakan proses alami dengan melibatkan tanaman air, pasir, kerilik serta mikroorganisme untuk mengolah air limbah. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas lingkungan dengan cara meminimalisir pencemar yang bersumber dari limbah domestik. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode eksperimen. Lahan basah buatan ini terdiri dari tiga kolam yaitu kolam 1 untuk menampung limbah *grey water* dengan kapasitas 0,7425 m³. Kolam 2 adalah bangunan utama lahan basah buatan dengan kapasitas 0,875 m³. Kolam 3 berfungsi sebagai menampung air hasil olahan, dengan kapasitas mencapai 0,66 m³. Rancangan anggaran biaya untuk pembuatan lahan basah buatan yaitu Rp. 4.142.000

Kata-kata kunci : limbah domestik rumah tangga, lahan basah buatan, pengolahan air untuk keperluan non-potable, pengolahan, pemanfaatan kembali

PENDAHULUAN

Kota-kota besar di Indonesia pada umumnya memiliki masalah tipikal yaitu peningkatan penduduk yang disebabkan oleh laju urbanisasi dan pertumbuhan penduduk kota. Peningkatan jumlah penduduk dan aktifitas ekonomi di perkotaan berdampak pada peningkatan kebutuhan air baku. Pada umumnya, air tanah lebih banyak dimanfaatkan karena lebih murah dan mudah diperoleh serta kualitasnya lebih terjamin dibanding air permukaan. Namun, pemanfaatan air tanah secara intensif akan menimbulkan masalah *cone of depression* yaitu penurunan muka air yang selanjutnya dapat berdampak pada terjadinya amblesan tanah (Asdak, C., 2010). Secara global, total keberadaan air di planet bumi terdiri dari 96,3% air asin dan 3,7% air tawar. Dari 3,7% air tawar tersebut, 1,93% berupa bongkahan es, 1,75% air tanah, dan 0,02% air permukaan seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pembagian air secara global
(Marshall, SJ, 2013)

Keberadaan air permukaan yang hanya 0,02% itu pun rentan tercemar akibat limbah rumah tangga dan limbah industri seperti dijelaskan oleh Nusa I.S., dkk. (2006) terhadap hasil studi yang dilakukan oleh JICA di Jakarta pada tahun 1990; bahwa dari segi volume limbah, air limbah rumah tangga memberikan kontribusi terhadap pencemaran air sekitar 75%, air limbah perkantoran dan wilayah komersil 15%, dan air limbah industri 10%. Dari segi beban polutan organik, air limbah rumah tangga memberikan kontribusi pencemaran sekitar 70%, air limbah perkantoran 14%, dan air limbah industri 16%. Dengan demikian, air limbah rumah tangga merupakan penyumbang terbesar pencemaran air di wilayah Jakarta. Fenomena di Jakarta tersebut dapat pula terjadi di kota-kota lain yang saat ini sedang dan akan berkembang. Pertumbuhan penduduk dan pengembangan kawasan perkotaan menyebabkan berkurangnya kawasan resapan air dan sumber-sumber air tawar mengalami kontaminasi, akhirnya kekurangan air baik secara kuantitas dan kualitas menjadi problem besar di perkotaan. Mencari sumber-sumber air baru dan mengembangkan teknologi untuk pengadaan air guna memenuhi kebutuhan masyarakat kota telah menjadi isu global (Zhe Li, 2010). Sumber air alternatif yang dapat diupayakan antara lain air laut, *grey water*, dan air hujan. Desalinasi air laut dan didistribusikan ke kota-kota memerlukan biaya yang sangat mahal. *Grey water* selalu terjamin eksistensinya selama manusia menggunakan air. Air hujan eksis pada waktu musim hujan. Tulisan ini merupakan kajian tentang potensi *grey water* dan air hujan sebagai sumber air alternatif untuk memenuhi kebutuhan air baku terutama di kawasan perkotaan.

Metode pengolahan limbah cair yang sederhana, murah, efektif, efisien dan pengoperasian yang mudah. Sistem Lahan Basah Aliran Bawah Permukaan (*Sub Surface Flow-Wetlands*) merupakan salah satu sistem pengolahan air limbah jenis Lahan Basah Buatan (*constructed wetlands*), dimana prinsip kerja sistem pengolahan limbah tersebut dengan memanfaatkan simbiosis antara tumbuhan air dengan mikroorganisme dalam media di sekitar sistem perakaran (*Rhizosphere*) tanaman tersebut. (Hoffmann, H. et al., 2011)

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana model pengolahan air limbah domestik menggunakan tanaman hias jenis *Cyperus alternifolius* dengan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan Horizontal (*HSSF-Wetlands*) tersebut?
2. Bagaimana nilai BOD, Deterjen dan TSS pada sampel limbah cair rumah tangga sebelum dan sesudah diolah dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan Horizontal (*HSSF-Wetlands*)?
3. Berapa efisiensi lahan basah buatan (*constructed wetlands*) dalam menurunkan BOD, Deterjen dan TSS?
4. Berapa anggaran yang diperlukan untuk membuat bangunan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan Horizontal (*HSSF-Wetlands*)?

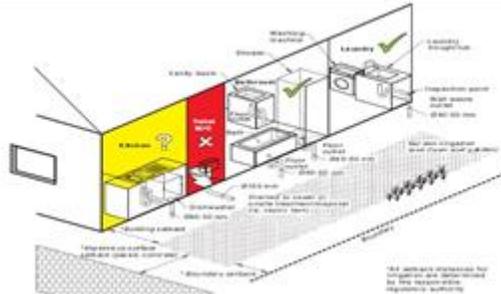
Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, perencanaan ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

1. Merencanakan model pengolahan air limbah domestik menggunakan tanaman hias jenis *Cyperus alternifolius* dengan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan Horizontal (*HSSF-Wetlands*)
2. Mengetahui nilai BOD, Deterjen dan TSS pada sampel limbah cair rumah tangga sebelum dan sesudah diolah dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan Horizontal (*HSSF-Wetlands*)
3. Mengetahui efisiensi lahan basah buatan (*constructed wetlands*) dalam menurunkan BOD, Deterjen dan TSS
4. Mengetahui jumlah anggaran biaya yang diperlukan untuk membuat bangunan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan Horizontal (*HSSF-Wetlands*).

LANDASAN TEORI

Air limbah domestik adalah air buangan manusia yang berasal dari perumahan, daerah komersial, institusi dan fasilitas sejenis (Metcalf dan Eddy, 1991). *Grey water* adalah limbah cair domestik yang terpisah dengan limbah dari toilet/kakus (*black water*). *Grey water* berasal dari bekas air mandi dari *bath up/shower*/atau bak mandi, air bekas mencuci pakaian baik dari mesin cuci atau ember-ember cucian, dan air bekas aktifitas dapur rumah tangga, gedung-gedung perkantoran maupun sekolah (Erickson dkk, 2002). Gambar 2 menunjukkan sumber *grey water* dimana pada beberapa negara bagian di negara maju limbah dapur tidak dimasukkan dalam kategori *grey water* (MPMSAA, 2008)



Gambar 2. Sumber Limbah Grey Water
(MPMSAA, 2008)

Pemilihan teknologi disesuaikan dengan kondisi lahan masing-masing rumah/gedung, kemampuan financial dari pemiliknya, serta tujuan pemanfaatan hasil olahan yang kualitasnya sesuai dengan Peraturan Pemerintah no 20 tahun 1990. Teknologi sederhana relatif murah namun kualitas hasil olahan hanya layak untuk penyiraman tanaman. Teknologi biologi dan fisik relatif lebih kompleks dan mahal, tetapi hasil olahan bisa mencapai kualitas yang diperlukan untuk semua *non-potable uses*. Teknologi kimiawi tidak banyak diterapkan (Pidou, 2007). Teknologi ekstensif (*constructed wetlands*) merupakan teknologi yang menirukan proses alami dalam mengolah limbah yaitu memadukan unsur tanah, pasir, kerikil, dan tanaman air. Kelebihan lahan basah buatan adalah mengolah *grey water* dengan menciptakan estetika lingkungan, yang dikenal dengan istilah ecosan (ekologi sanitasi).

Salah satu sistem pengolahan limbah yang merupakan teknologi tepat guna yang mampu mengolah air limbah domestik adalah dengan teknologi lahan basah (*constructed wetlands*) atau sistem tanah basah/ rawa buatan dengan memanfaatkan tanaman/ vegetasi, air dan mikroorganismenya, sehingga air yang terolah dapat digunakan kembali untuk kebutuhan *non-potable*, terlihat pada Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar
PH	-	6 – 9
BOD	mg/l	100
TSS	mg/l	100
Lemak dan Minyak	mg/l	10

Sumber: Kepmen LH no 112/ 2003

Manfaat tambahan lahan basah buatan (*constructed wetlands*) terdapat manfaat tambahan yaitu lingkungan hijau di halaman rumah dan taman komunal dapat berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan dengan membuat unit pengolahan limbah lahan basah buatan dengan lebar 3 meter dan panjang 1,5 meter. Unit pengolahan limbah dengan lahan basah buatan terdiri tiga bak yaitu bak penampungan dan penyaringan air limbah, bak lahan basah buatan dan bak penampungan air bersih.

Alat

- 2 Bak penampung air limbah domestik dengan menggunakan pasangan batu berukuran 1,35 x 0,55 meter dan tinggi 0,6 m
- 1 Bak yang akan digunakan sebagai lahan basah buatan dengan ukuran 2,5 x 0,5 meter dan tinggi 0,7 m
- Pipa PVC berdiameter $\frac{3}{4}$ " untuk menyalurkan air dari bak penampung limbah ke bak lahan basah dan bak air bersih
- Pipa PVC berdiameter 3" untuk menyalurkan air limbah rumah tangga ke bak penampungan dan penyaringan air limbah
- Pompa Aquarium Power Liquide Filter WH-4300
- Meteran
- Termometer

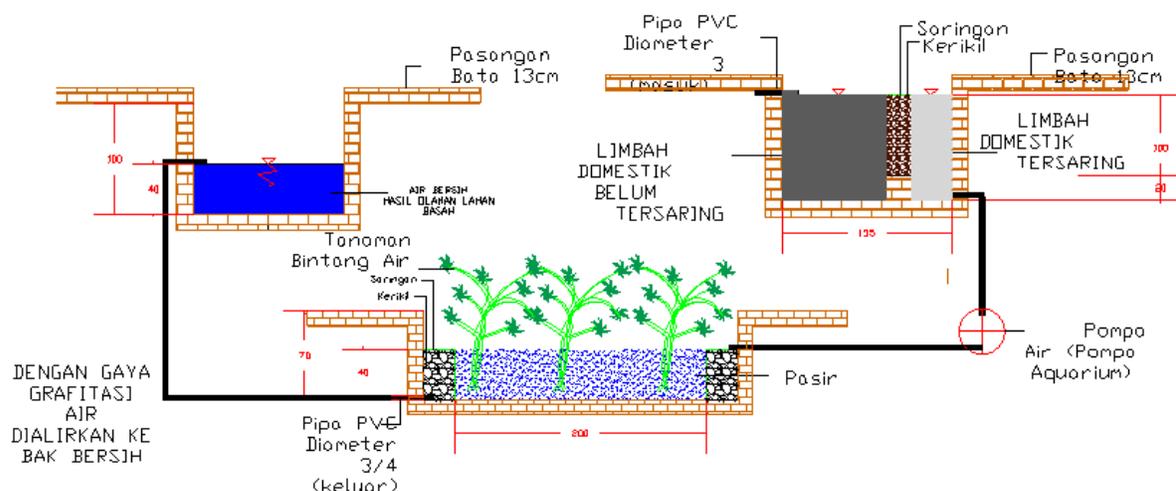
Bahan

- Air limbah domestik yang berasal dari Mutihan RT 03/RW X, Sondakan, Laweyan, Surakarta
- Tanaman air adalah Bintang Air
- Pasir Sungai
- Kerikil

Kerangka Kerja

Langkah-langkah pokok dalam penelitian eksperimen (seperti pada contoh Gambar 3. Sketsa Lahan Basah Buatan) ini adalah:

- a. Melakukan survey kepustakaan yang relevan mengenai limbah cair domestik, lahan basah buatan, serta tanaman Bintang Air
- b. Merencanakan desain yang akan dibuat untuk pembuatan lahan basah
- c. Membersihkan lahan yang akan digunakan sebagai lahan basah
- d. Pembuatan unit pengolahan limbah dengan lahan basah
- e. Penyaringan dan pencucian pasir & tanaman
- f. Perawatan tanaman Bintang Air dalam bak lahan basah
- g. Proses Aklimatisasi
- h. Pengujian



Gambar 3. Sketsa Lahan Basah Buatan

HASIL DAN ANALISIS

Hasil uji laboratorium terhadap limbah *grey water* di *inlet* dan *outlet* mengandung bahan-bahan organik dan deterjen, keberadaan kandungan tersebut dapat dilihat dalam hasil pengujian yang terlihat pada Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8. Hasil pengolahan air limbah diujikan di Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit di Yogyakarta.

Perhitungan Luas Kolam untuk Tampung Grey Water

Sesuai hasil analisis perbandingan perhitungan penggunaan tampung *grey water* yang digunakan untuk pemanfaatan *non potable* maka didapatkan hasil perhitungan kebutuhan air baku dan perhitungan dimensi kolam tampung di Mutihan RT 03/ XI, Sondakan, Laweyan, Surakarta sebagai berikut :

1. Jumlah Kebutuhan Air Baku

Jumlah Penghuni Rumah = 4 orang

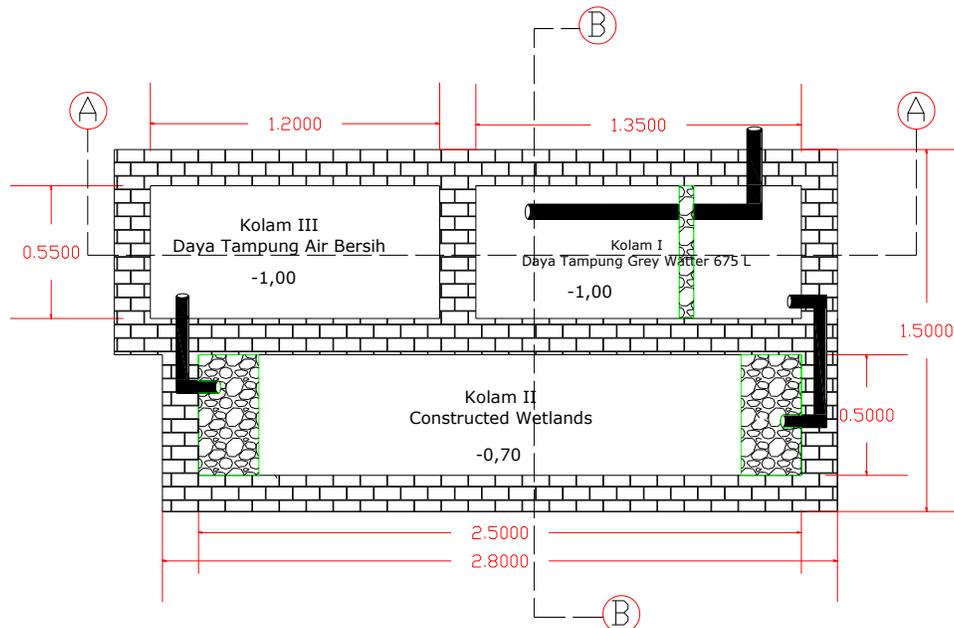
Kebutuhan air rata-rata = 120 liter/hari (Standar Direktorat Jenderal Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum (PU))

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air baku perhari} &= \text{Jumlah jiwa} \times \text{kebutuhan air rata-rata} \\ &= 4 \times 120 \text{ liter/hari} \\ &= 480 \text{ liter/hari} \\ &= 0,48 \text{ m}^3/\text{hari}\end{aligned}$$

2. Volume Kolam Tampung Grey Water

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} \\ &= 1,35 \text{ m} \times 0,55 \text{ m} \times 1 \text{ m}\end{aligned}$$

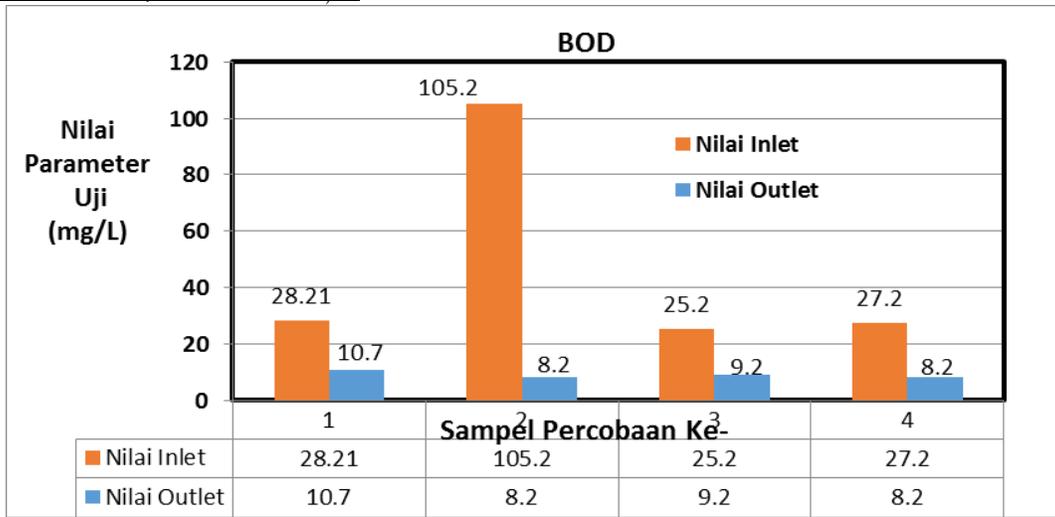
Lahan basah buatan ini terdiri dari tiga kolam yaitu kolam 1 untuk menampung limbah *grey water* dengan kapasitas 0,7425 m³. Kolam 2 adalah bangunan utama lahan basah buatan dengan kapasitas 0,875 m³. Kolam 3 berfungsi sebagai menampung air hasil olahan, dengan kapasitas mencapai 0,66 m³, berikut ini adalah Gambar 4. Denah Lahan Basah Buatan:



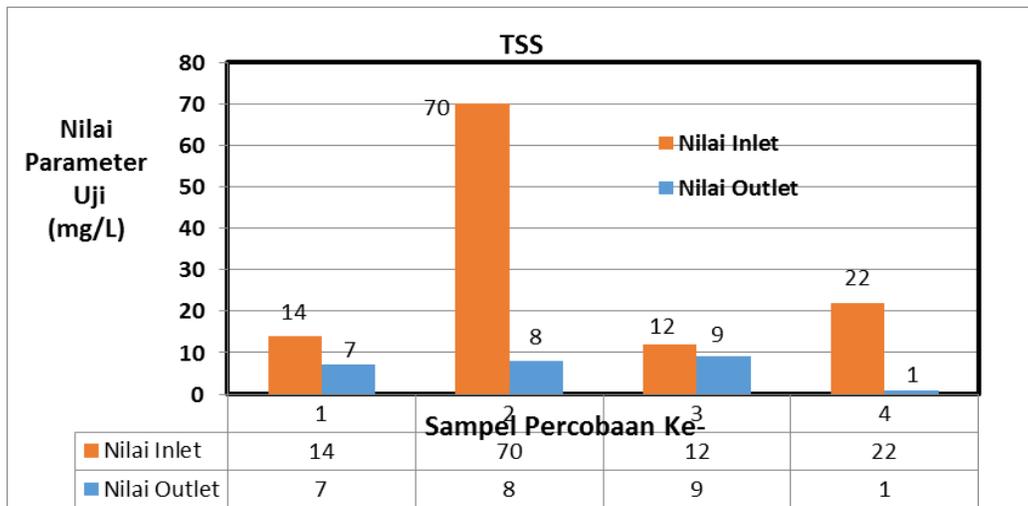
Gambar 4. Denah Lahan Basah Buatan

Sistem pengaliran pada lahan basah ini adalah *grey water* yang berasal dari limbah rumah dialirkan pada bak penampungan pertama, kolam 1 bagian kiri yang berisikan bak pengendapan dan disaring pada kolam pertama sebelah kanan untuk memisahkan air dari suspensi limbah. Air limbah dipompa kemudian dialirkan pada lahan basah buatan yang berisi kerikil, pasir dan tanaman bintang air, diolah selama 24 jam. Kolam ke-3 yang berisi tampung air hasil olahan dari lahan basah buatan dengan cara gravitasi sehingga tidak perlu memerlukan pompa dalam pengalirannya.

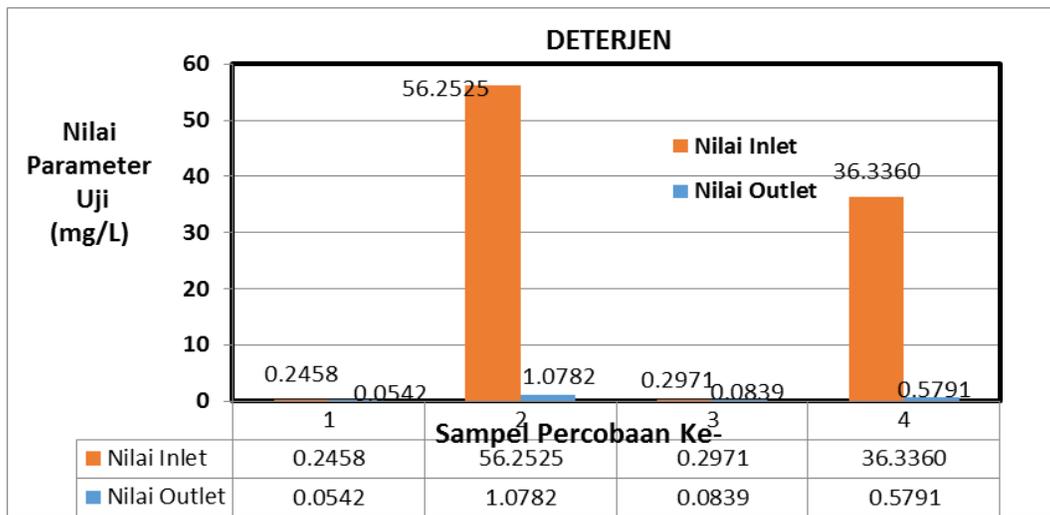
Penurunan Kadar BOD, TSS dan Deterjen



Gambar 5. Kadar BOD di *Inlet* dan *Outlet*



Gambar 6. Kadar TSS di *Inlet* dan *Outlet*



Gambar 7. Kadar Deterjen di *Inlet* dan *Outlet*

Berdasarkan kandungan tertinggi didapatkan nilai BOD = 105,2 mg/L (*inlet*) menjadi 8,2 mg/L (*outlet*). Nilai TSS tertinggi sebesar 70 mg/L (*inlet*) menjadi 8 mg/L (*outlet*). Nilai Deterjen tertinggi adalah 56,25 mg/L (*inlet*) dan menunjukkan hasil setelah pengolahan 1,08 mg/L (*outlet*).

Efisiensi total didapatkan setelah menghitung rata-rata dari setiap variabel pengujian. Didapatkan rata-rata efisiensi pada pengujian BOD sebesar 71,91 mg/L, TSS dengan rata-rata 64,76 mg/L dan nilai rata-rata deterjen 86,55 mg/L.

SIMPULAN

Grey water dapat dimanfaatkan sebagai sumber air alternatif guna mengatasi defisit air di wilayah perkotaan. Hasil olahan *grey water* dapat dimanfaatkan untuk keperluan *non-potable* seperti menyiram tanaman, membilas toilet, mencuci kendaraan, dan kebutuhan *out door* lain. Pemilihan teknologi pengolahan tergantung pada tujuan pemanfaatan hasil olahan, biaya, dan lahan yang tersedia. Manfaat lain dari pengolahan *grey water* adalah mengurangi volume limbah cair yang masuk ke sistim drainase kota dan menciptakan ekologi sanitasi kota yang berkelanjutan.

Efektifitas dari pengolahan limbah rumah tangga menggunakan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan Horizontal ini mencapai rata-rata efisiensi pada pengujian BOD sebesar 71,91 mg/L, TSS dengan rata-rata 64,76 mg/L dan nilai rata-rata deterjen 86,55 mg/L.

REKOMENDASI

Pada penelitian selanjutnya apabila digunakan Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan Horizontal (HSSF-Wetland) Untuk kebutuhan komunal, perlu dilakukan observasi kembali dengan waktu yang lebih panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM), Universitas Sebelas Maret dan kepada seluruh civitas Universitas Sebelas Maret yang sudah membantu terlaksananya penelitian ini.

REFERENSI

- Asdak. C., 2010. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press. Erickson dkk, 2002
- Eriksson, E., Karina A., Mogen H., Anna L. 2002. "Characteristic of Grey Wastewater". *UrbanWater* 4, 85-104.
- Hoffman, H. et al., 2011. Technology review of constructed wetlands. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Metcalf dan Eddy, (1991), *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*, McGrawHill, New York
- MPMSAA. 2008. *Urban Greywater Design and Installation Handbook*. Australian Government. Diakses 5 February 2015.
- Nusa I.S. Petrus N.R., Arie H. 2006. Alat Pengolah Air Limbah Rumah Tangga Semi Komunal. www.kalair.bppt.go.id/Sitpa/Artikel/Limbahrt/limbahrt.html. Akses: 19 Juni 2014.
- Pidou, F.A. Memon, T. Stephenson, B. Jeffersen, P. Jeffrey. 2007. "Greywater Recycling: Treatment Options and Applications". *Proceeding of the Institution of Civil Engineering Sustainability*. Vol 160. Issue ES3. Hal 119-131.
- Zhe Li, Fergal B., Anthony R. 2010. "Rainwater Harvesting and Greywater Treatment System for domestic Application in Ireland". *Desalination*, 260: 1-8. Elsevier.