

JURNAL TEKNIK SIPIL
MACCA

**Rancang Bangun Sistem Filtrasi Portabel Pengolahan
Air Limbah (*Grey Water*) Domestik**

Ezra Hartarto Pongtuluran¹, Lilik Damayanti²

^{1,2}Politeknik Negeri Balikpapan, Jalan Soekarno Hatta Km.8, Balikpapan, 76129, Indonesia

¹ezra.hartarto@poltekba.ac.id; ²lilik.damayanti@poltekba.ac.id

ABSTRAK

Beberapa permasalahan yang terjadi dalam suatu kawasan adalah pencemaran limbah cair dimana faktor penyebabnya berasal dari sektor domestik. Salah satu bentuk pengendalian tersebut dibangunnya instalasi pengolahan limbah, sehingga penelitian ini bertujuan membuat permodelan alat filtrasi portabel pengolahan limbah cair (*grey water*) yang mudah pengoperasian dan perawatan, mengetahui kapasitas alat filtrasi portabel dalam pengolahan limbah cair, dan mengevaluasi hasil pengolahan kualitas limbah cair setelah melewati alat filtrasi portabel. Pada rancangan pembuatan media alat filtrasi, terdapat 5 media filter yang terdapat dalam model alat. Sistem filtrasi yang dilakukan dengan prinsip arah vertikal, dimana aliran limbah yang masuk akan terus maju ke dalam media yang telah terdapat dalam alat. Kapasitas kemampuan alat filtrasi portabel dalam melakukan pengolahan limbah cair mencapai waktu konstan pada menit ke 55 dengan besar debit limpasan 0,000031 m³/detik. Hasil kualitas limbah sebelum masuk sistem filtrasi mempunyai tingkat kadar pencemaran cukup tinggi yakni BOD: 525 mg/L, COD: 1350 mg/L, TSS: 0 mg/L, minyak dan lemak: 0 mg/L, sulfat: 237,3 mg/L. Setelah pengolahan tingkat kadar pencemaran limbah menjadi menurun dengan hasil BOD: 119 mg/L, COD: 273 mg/L, TSS: 0 mg/L, minyak dan lemak: 0 mg/L, sulfat: 163,2 mg/L. Besar persentase penurunan tingkat pencemaran untuk BOD: 77,33%, COD: 79,78%, dan sulfat: 31,23%.

Kata Kunci: air limbah, filtrasi portabel, limbah domestik

ABSTRACT

Some of the problems that occur in an area are liquid waste pollution where the causative factor comes from the domestic sector. One form of control is the construction of a sewage treatment plant, therefor this study aims to create a model of a portable filtration device for processing grey water which is easy to operate and maintain, to determine the capacity of a portable filtration device in wastewater treatment, and to evaluate the results of processing the quality of wastewater after treatment through a portable filtration device. In the design of making filtration media, there are 5 filter media in the tool model. The filtration system is carried out in a vertical direction, where the incoming waste flow will continue to advance into the media that contained in the device. The capacity of the portable filtration device to treat liquid waste reaches a constant time of 55 minutes with a runoff discharge of 0.000031 m³/second. The results of waste quality before entering the filtration system have a reasonably high level of pollution, that is BOD: 525 mg/L, COD: 1350 mg/L, TSS: 0 mg/L, oil and fat: 0 mg/L, sulfate: 237.3 mg/L. After processing the level of waste pollution decreased with the results of BOD: 119 mg/L, COD: 273 mg/L, TSS: 0 mg/L, oil and fat: 0 mg/L, sulfate: 163.2 mg/L. The percentage reduction in pollution levels for BOD: 77.33%, COD: 79.78%, and sulfate: 31.23%.

Keywords: grey water, portable filtration, domestic waste

1. PENDAHULUAN

Latar belakang

Limbah cair yang berasal dari perumahan penduduk, fasilitas komersial, institusional maupun rekreasi merupakan kategori limbah (Metcalf and Eddy, 2003). Pemukiman yang pada umumnya tidak memiliki pengolahan limbah cair, menyebabkan sebagian besar limbah cairnya (*grey water*) dibuang melalui sumur peresapan maupun langsung kedalam badan air yang ada di lingkungan sekitar, sehingga akan mengakibatkan tercemarnya badan air maupun air tanah yang ada (Kurniawan, 2014). Beban limbah cair yang berasal dari sektor domestik memiliki kapasitas jauh lebih besar dibandingkan dengan volume limbah cair yang dihasilkan dari sektor perindustrian.

Ginting (2007) mengungkapkan apabila senyawa yang terdapat dalam limbah melebihi kadar yang ditentukan dapat menyebabkan air tidak dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan". Bila limbah cair yang mengandung bahan dan zat berbahaya bercampur langsung dengan lingkungan, maka akan berdampak menurunnya kualitas lingkungan (South and Nazir, 2016).

Sungai dan parit merupakan badan air yang menerima limbah cair domestik, sehingga diperlukan suatu pengendalian agar limbah cair domestik tersebut tidak langsung dibuang ke badan air. Metode alternatif yang dapat dilakukan dalam pengolahan limbah cair adalah menggunakan metode filtrasi (Sulistiyanti, Antoniker and Nasrokhah, 2018). Filtrasi merupakan sistem pengolahan limbah dengan proses pemisahan zat padat dari fluida yang bertujuan menghilangkan partikel tersuspensi dan koloidal dengan cara menyaring menggunakan media filter (Artiyani and Firmansyah, 2016)

Pembangunan suatu instalasi pengolahan limbah sektor domestik merupakan salah satu bentuk pengendalian yang dapat dilakukan dalam rangka menurunkan beban limbah

tercemar. Instalasi pengolahan limbah cair domestik dapat dirancang berdasarkan debit air buangan yang dihasilkan oleh berbagai sektor (domestik), sehingga harapan perancangan yang dilakukan dapat bekerja efektif.

Perumusan Masalah

Adapun bentuk rumusan masalah berdasarkan latar belakang penelitian ini antara lain:

1. Berapa besar kapasitas kemampuan alat filtrasi portabel dalam melakukan pengolahan limbah cair (*grey water*)?
2. Bagaimana kualitas alat filtrasi portabel dalam pengolahan limbah cair (*grey water*)?
3. Berapa besar perubahan kualitas hasil pengolahan limbah cair (*grey water*) setelah melewati alat filtrasi portabel?

Tujuan Penelitian

Berdasarkan hasil tinjauan latar belakang dan rumusan masalah, maka terbentuk tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Membuat permodelan alat filtrasi portabel pengolahan limbah cair (*grey water*) yang mudah dalam pengoperasian dan perawatan,
2. Mengetahui kapasitas kemampuan alat filtrasi portabel dalam melakukan pengolahan limbah cair (*grey water*),
3. Mengevaluasi hasil pengolahan kualitas limbah cair (*grey water*) setelah melewati alat filtrasi portabel.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu penelitian ini akan dilaksanakan selama 8 bulan di mulai pada bulan April sampai dengan November 2022. Adapun lokasi yang menjadi tempat pengambilan sampel limbah cair domestik (lihat Gambar 1) adalah berasal dari limbah non-kakus yang

Rancang Bangun Sistem Filtrasi Portabel Pengolahan Air Limbah (Grey Water) Domestik (Ezra Hartarto Pongtuluran, Lilik Damayanti)

berasal dari aktivitas mencuci pada laundry Mustika yang berada di jalan waduk wonorejo, Gn. Samarinda,

Kecamatan Balikpapan Utara, Kota Balikpapan.



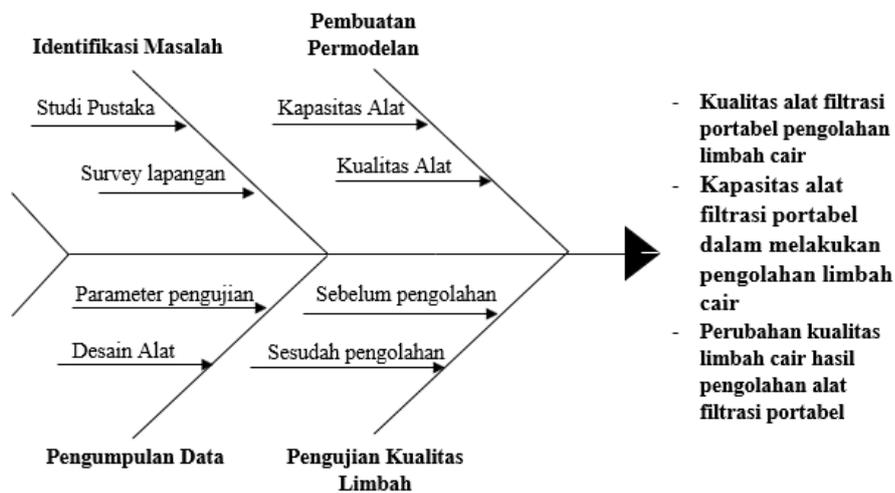
Gambar 1 Lokasi pengambilan sampel limbah cair domestik

Metode Pengumpulan Data

Sistematika penyusunan data menunjukkan suatu alur kerangka berpikir dari awal mulai dari studi literatur, survey lapangan, pembuatan alat permodelan, pengujian alat sampai pengolahan hasil *treatment*.

Tahapan Penelitian

Langkah-langkah ataupun *roadmap* penelitian yang dilakukan disajikan dalam diagram alir penelitian (*fishbone*) pada Gambar 2.



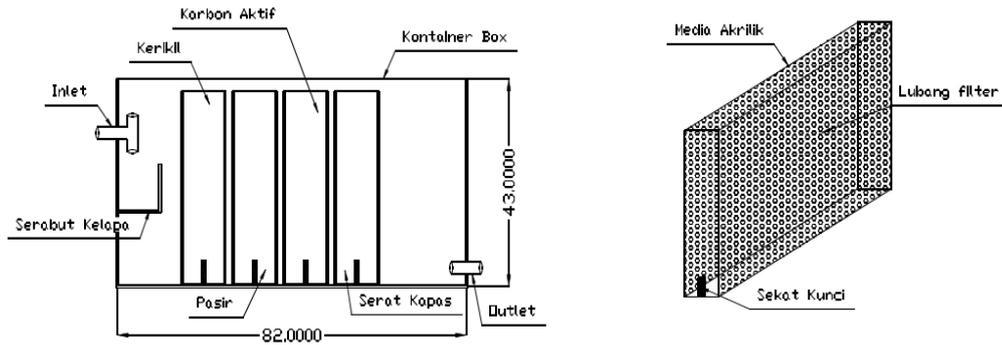
Gambar 2 Diagram alir penelitian (*Fishbone*)

Analisis Data

Rancang bangun model alat merupakan tahapan utama dimana membuat dengan sistem portabel dalam artian alat ini akan sangat mudah dalam pengoperasian

dan perawatannya. Adapun model rencana alat pengolahan limbah yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 3.

Rancang Bangun Sistem Filtrasi Portabel Pengolahan Air Limbah (Grey Water) Domestik (Ezra Hartarto Pongtuluran, Lilik Damayanti)



Gambar 3 Rencana alat portabel pengujian limbah cair (*grey water*) domestik

Berdasarkan gambar di atas, dapat dilihat adanya beberapa bagian dari alat filtrasi yang dapat dipasang dan lepaskan sehingga pembersihan alat saat akan dilakukan perawatan akan lebih mudah. Bagian tersebut telah dibuat lubang-lubang sebagai celah lewatnya aliran dalam pengolahan limbah. Perawatan dapat dilakukan yaitu dengan melepaskan pembatas media (akrilik), kemudian menyemprotkan air kedalam lubang pada pembatas media tersebut hingga media filtrasi dapat kembali bersih dan dapat digunakan kembali

pada sistem pengolahan limbah cair (*grey water*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan Pembuatan Alat

Pada rancangan pembuatan media alat filtrasi, terdapat 5 (lima) media filter yang terdapat dalam model alatnya. Media ini mempunyai tugas dan peranan masing-masing dalam meminimalisir tingkat pencemaran limbah yang terjadi. Sistem filtrasi yang dilakukan dengan prinsip arah vertikal, dimana aliran limbah yang masuk akan terus maju dan masuk ke dalam media-media yang telah ada dalam alat seperti yang disajikan pada Gambar 4.

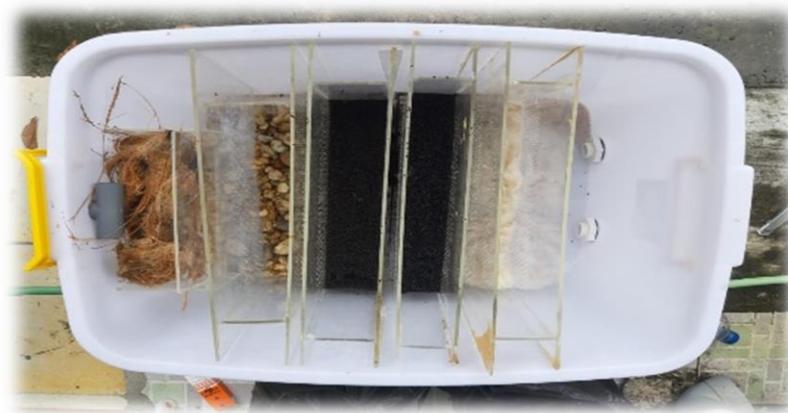


Gambar 4 Alur proses filtrasi

Alat filtrasi dibuat menggunakan *box container* dimana didalamnya terdapat sekat dinding yang terbuat dari bahan akrilik untuk menampung dan menjadi pembatas antar media filter. Setiap dinding media filter ini telah dilakukan pembuatan lubang-lubang sebagai jalur masuk aliran limbah dengan diameter lubang sebesar 1,5 mm dan jarak antar lubang adalah 1 cm. Metode portabel terdapat pada dinding akrilik ini, dimana dapat dikeluarkan dari box tanpa harus membongkar media

filter yang ada didalamnya. Ketika dalam media filter telah terlihat kotor, dinding portabel akrilik ini dapat di keluarkan kemudian dilakukan pencucian atau penyemprotan melalui lubang-lubang dinding untuk membersihkan kembali media filter sehingga membutuhkan waktu sangat singkat dalam melakukan perawatannya. Adapun hasil model alat filtrasi yang telah dirancang dapat ditampilkan sesuai pada Gambar 5.

Rancang Bangun Sistem Filtrasi Portabel Pengolahan
Air Limbah (Grey Water) Domestik
(Ezra Hartarto Pongtuluran, Lilik Damayanti)



Gambar 5 Model alat filtrasi

Kapasitas Alat Filtrasi

Pengujian kapasitas alat ini dilakukan untuk mengetahui besar tampungan alat untuk melewati aliran yang masuk hingga keluar kembali pada lubang *outlet* yang telah dibuat. Lubang *outlet* ini juga menjadi faktor dalam penentuan kapasitas alat yang merupakan luas

tangkapan aliran yang akan keluar.

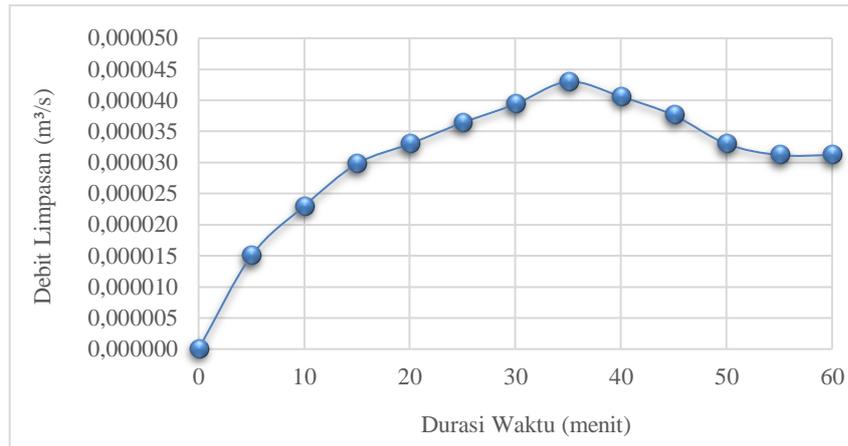
Pengujian dilakukan selama 60 menit dengan memperhitungkan volume aliran yang keluar yang setiap 5 menit akan ditampung pada gelas ukur dimana hasil dari pengujian kapasitas ini berupa laju limpasan. Adapun hasil pengujian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Kapasitas alat filtrasi

Waktu (menit)	Aliran limbah laundry			
	Volume m ³	Debit Limpasan (m ³ /menit)	Luas Tangkapan (m ²)	Laju limpasan (m/menit)
0	0,000000	0,000000	0,00053	0,000000
5	0,000075	0,000015	0,00053	0,028241
10	0,000115	0,000023	0,00053	0,043303
15	0,000149	0,000030	0,00053	0,056105
20	0,000165	0,000033	0,00053	0,062130
25	0,000182	0,000036	0,00053	0,068531
30	0,000197	0,000039	0,00053	0,074180
35	0,000215	0,000043	0,00053	0,080958
40	0,000203	0,000041	0,00053	0,076439
45	0,000188	0,000038	0,00053	0,070791
50	0,000165	0,000033	0,00053	0,062130
55	0,000156	0,000031	0,00053	0,058741
60	0,000156	0,000031	0,00053	0,058741

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa pada awal aliran limbah masuk pada alat besar debit limpasan yang dapat dikeluarkan masih cukup besar, namun setelah beberapa saat terjadi penurunan. Hal ini dikarenakan beberapa

media filter telah mengalami kejenuhan akibat adanya aliran yang telah melewatinya. Hubungan antara besar debit limpasan terhadap durasi waktu aliran pada alat dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Hubungan antara besar debit limpasan terhadap durasi waktu pada alat filtrasi

Pada gambar grafik di atas dapat dilihat bahwa 5 menit pertama dari awal mulai terjadi selisih debit limpasan yang terjadi pada alat filtrasi masih cukup besar yaitu 0,000015 m³/detik hingga akhirnya terjadi penurunan (resesi) dan mencapai waktu konstan pada menit ke 55 dengan besar debit limpasan 0,000031 m³/detik atau selisih 0,000002 m³/detik dari waktu pencatatan sebelumnya.

Kualitas Hasil Pengolahan Alat Filtrasi

Tabel 2 Hasil uji air limbah sebelum filtrasi

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum Diizinkan	Hasil Pemeriksaan
1	BOD	mg/L	30	525
2	COD	mg/L	100	1350
3	TSS	mg/L	30	-
4	Amonia	mg/L	10	-
5	Minyak dan Lemak	mg/L	5	-
6	pH		6,0 – 9,0	8,98
7	Sulfat	mg/L	-	237,3

Parameter tingkat kadar limbah tertinggi terdapat pada parameter COD dengan nilai 1350 mg/L dimana syarat yang diizinkan adalah 100 mg/L. Hal ini tentunya dapat merusak kualitas air yang berada pada saluran drainase sekitar atau dapat dikatakan menjadi kategori pencemaran lingkungan.

Pengujian menggunakan limbah langsung dari laundry yang masuk ke dalam alat filtrasi. Beberapa parameter yang digunakan antara lain BOD, COD, TSS, amonia, minyak dan lemak, pH dan sulfat dengan mengacu pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, tentang *Baku Mutu Limbah Domestik*. Pada kualitas limbah sebelum pengujian, hasil pemeriksaan yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2.

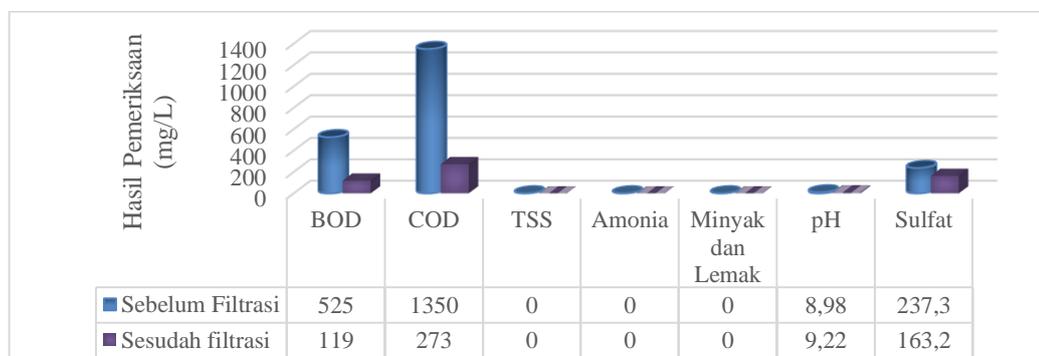
Pemeriksaan kualitas limbah selanjutnya dilakukan pada sampel limbah yang telah mengalami pengolahan (*treatment*) sebelumnya dan menghasilkan penurunan kadar limbah seperti yang ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil uji air limbah sesudah filtrasi

No.	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum Diizinkan	Hasil Pemeriksaan
1	BOD	mg/L	30	119
2	COD	mg/L	100	273
3	TSS	mg/L	30	-
4	Amonia	mg/L	10	-
5	Minyak dan Lemak	mg/L	5	-
6	pH		6,0 – 9,0	9,22
7	Sulfat	mg/L	-	163,2

Setelah mendapatkan hasil pengujian, dilakukan perbandingan pada parameter-parameter yang telah ditentukan

sebelumnya dimana dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Perbandingan uji parameter hasil kualitas limbah sistem filtrasi

Hasil perbandingan yang ditampilkan terlihat jelas perbedaan selisih kualitas kadar limbah sebelum dan sesudah dilakukannya pengolahan pada sistem filtrasi.

Kualitas kadar limbah sebelum dan sesudah pengujian menunjukkan

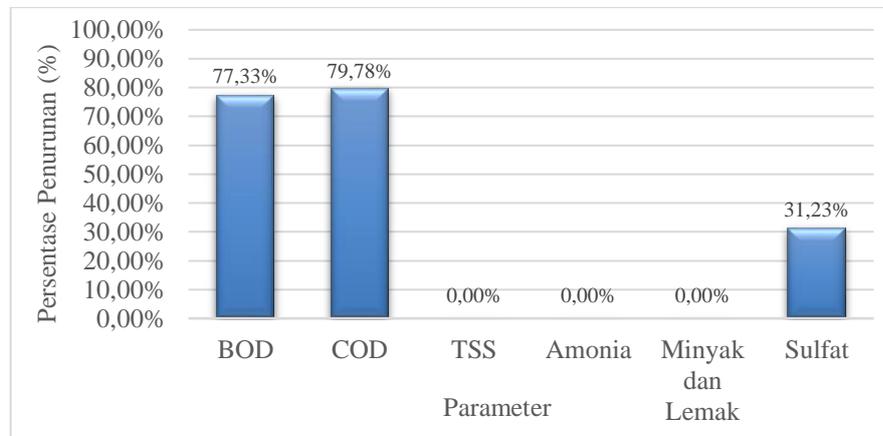
terdapat perbedaan hasil dimana telah terjadi penurunan kadar limbah setelah mengalami pengolahan dalam alat filtrasi. Hasil rekapitulasi persentase penurunan kadar limbah pada berbagai parameter yang diujikan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Perbandingan kualitas limbah laundry hasil uji filtrasi

No	Paramter	Satuan	Sebelum filtrasi	Sesudah filtrasi	Persentase Penurunan
1	BOD	mg/L	525	119	77.33%
2	COD	mg/L	1350	273	79.78%
3	TSS	mg/L	0	0	0.00%
4	Amonia	mg/L	0	0	0.00%
5	Minyak dan Lemak	mg/L	0	0	0.00%
6	pH		8.98	9.22	-2.67%
7	Sulfat	mg/L	237.3	163.2	31.23%

Persentase penurunan kadar limbah hasil filtrasi juga disajikan dalam bentuk

grafik seperti yang ditampilkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Persentase penurunan hasil uji filtrasi

Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan bahwa penggunaan alat filtrasi sebagai pengolahan limbah cukup berpengaruh dimana hal ini dapat dilihat pada parameter yang diujikan terjadi penurunan. Penurunan kadar limbah tertinggi terdapat pada parameter COD yaitu berkurang sebesar 79,78%, kemudian parameter BOD berkurang sebesar 77,33% dan parameter sulfat dapat berkurang hingga 31,23%.

4. PENUTUP

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan adalah sebagai berikut:

1. Besar kapasitas kemampuan alat filtrasi portabel dalam melakukan pengolahan limbah cair (*grey water*) pada 5 menit pertama dari awal mulai terjadi selisih debit limpasan yang terjadi pada alat filtrasi masih cukup besar yaitu $0,000015 \text{ m}^3/\text{detik}$ yang kemudian debit limpasan mencapai titik puncak pada waktu 35 menit dengan komulatif besar debit limpasan sebesar $0,000043 \text{ m}^3/\text{detik}$ hingga akhirnya terjadi penurunan (*resesi*) dan mencapai waktu konstan pada menit ke 55 dengan besar debit limpasan $0,000031 \text{ m}^3/\text{detik}$ atau selisih $0,000002 \text{ m}^3/\text{detik}$ dari waktu pencatatan sebelumnya.
2. Hasil kualitas limbah sebelum masuk ke dalam sistem filtrasi mempunyai tingkat kadar pencemaran yang cukup tinggi, dimana hal ini dapat dilihat pada uji parameter antara lain: BOD sebesar 525 mg/L , COD sebesar 1350 mg/L , TSS sebesar 0 mg/L , minyak dan lemak sebesar 0 mg/L , sulfat $237,3 \text{ mg/L}$. Kemudian setelah masuk ke dalam media filtrasi dan mengalami pengolahan (*treatment*) tingkat kadar pencemaran limbah menjadi menurun dengan hasil masing-masing: BOD sebesar 119 mg/L , COD sebesar 273 mg/L , TSS sebesar 0 mg/L , minyak dan lemak sebesar 0 mg/L , sulfat $163,2 \text{ mg/L}$.
3. Penurunan kadar limbah setelah mengalami pengolahan menggunakan alat filtrasi cukup signifikan pada beberapa parameter yang diujikan, dimana masing-masing persentase penurunan tingkat pencemarannya adalah BOD sebesar 77,33%, COD sebesar 79,78%, dan sulfat sebesar 31,23%. Sedangkan untuk parameter TSS, minyak dan lemak tidak terjadi penurunan dikarenakan dari awal tidak terdapat kandungan pencemaran yang terjadi di dalamnya.

*Rancang Bangun Sistem Filtrasi Portabel Pengolahan
Air Limbah (Grey Water) Domestik
(Ezra Hartarto Pongtuluran, Lilik Damayanti)*

Berdasarkan hasil penelitian, adapun saran yang dapat diberikan oleh penulis antara lain:

1. Pada penggunaan alat filtrasi yang dibuat, selalu memperhatikan dan membersihkan secara berkala terhadap alat penyaring dan media filter.
2. Untuk penelitian selanjutnya dalam alat filtrasi agar dapat mencoba berbagai media filter atau menambahkan mekanisme *backwash* agar mendapatkan berbagai hasil dalam meminimalisir tingkat kadar limbah sebelum masuk kedalam lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Artiyani, A. and Firmansyah, N.H.. (2016) 'Kemampuan Filtrasi Upflow Pengolahan Filtrasi Upflow dengan Media Pasir Zeolit dan Arang Aktif dalam Menurunkan Kadar Fosfat dan Deterjen Air Limbah Domestik', *Jurnal Industri Inovatif*, 6(1), pp. 8–15.
- Ginting, P. (2007) *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Bandung: CV. Yrama Widya.
- Kurniawan, A. (2014) 'Rancang Bangun Sistem Pengolahan Limbah Cair Domestik Terpadu (Compact System)', *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, Universitas Tanjung Pura, Pontianak.*, 2(1).
- Metcalf and Eddy (2003) *Wastewater Engineering Collection and Pumping of Wastewater*. McGraw-Hill, New York.
- South, A.E. and Nazir (2016) 'Karakteristik Air Limbah Rumah Tangga pada Salah Satu Perumahan Menengah Keatas di Tangerang Selatan', *Jurnal Ecolab*, 10(2), pp. 80–88.
- Sulistiyanti, D., Antoniker, A. and Nasrokhah, N. (2018) 'Penerapan Metode Filtrasi dan Absorpsi pada Pengolahan Limbah Laboratorium .', *EduChemia (Jurnal Kima dan Pendidikan)*, 3(2), pp. 147–156.