

**LAPORAN AKHIR
PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
HIBAH INTERNAL**



**PEMBUATAN ALAT PENGELOLAAN LIMBAH
DOMESTIK DENGAN MENGGUNAKAN PASIR SEBAGAI
FILTER DI IPAL TLOGOMAS**

OLEH :

Dr. Ir. Lies Kurniawati Wulandari, MT.

(NIDN : 0728076301)

Ir. Munasih, MT

(NIDN : 0712046501)

Ir. Ester Priskasari, MT

(NIDN : 0728096101)

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2019

RINGKASAN

Pada proses pengelolaan limbah domestik di IPAL Tlogomas masih perlu dikembangkan lagi agar output air yang dihasilkan dapat ditingkatkan kualitasnya dan dapat dimanfaatkan kembali. Dalam penelitian pengabdian masyarakat ini, peneliti menggunakan material filter berupa pasir cor untuk menyaring polutan yang terkandung dalam limbah *blackwater*. Pasir cor dipilih karena mudah diperoleh dengan harga yang relatif murah, sehingga sangat sesuai untuk diterapkan di negara berkembang seperti Indonesia. Metode yang diterapkan dalam penelitian pengabdian masyarakat ini diharapkan dapat diterapkan kembali oleh masyarakat umum, sehingga seluruh pihak dapat saling berkontribusi dalam pengolahan limbah *blackwater*. Penelitian ini menerapkan perlakuan ketebalan pasir 20 cm. Secara visual, air hasil pengolahan dengan metode filter pasir terlihat jernih, yang menandakan bahwa kandungan polutan dalam limbah *blackwater* telah tersaring dengan baik. Selain dimanfaatkan kembali, air hasil pengolahan juga tidak berpotensi mencemari lingkungan bila dialirkan ke badan sungai. Temuan tersebut didukung dengan hasil analisis deskriptif yang menunjukkan penurunan tingkat kekeruhan air limbah seiring dengan penambahan waktu tinggal pada filter. Selain itu, hasil analisis Regresi Linier menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan dari metode yang diterapkan terhadap penurunan tingkat kekeruhan air limbah *blackwater*. Tingkat kekeruhan yang menurun tersebut secara tidak langsung mengindikasikan bahwa kandungan polutan dalam limbah telah tersaring dengan baik.

Kata Kunci: *Blackwater*, Filtrasi, Pasir cor.

SUMMARY

The current method of blackwater treatment in IPAL Komunal Tlogomas Malang still needs to be developed in order to enhance the quality of the output water. This way, the output water is expected to be better and can be reused for agricultural purposes. In this community service research, researchers used concrete sand as filter material to complete the treatment process in IPAL Komunal Tlogomas. Concrete sand is chosen because it is easily obtained at a relatively cheap price, thus it is suitable to be applied in developing countries like Indonesia. The method applied in this community service research is expected to be re-applied by the community so that all parties can contribute to the management of wastewater. This study implemented the 20 cm thickness of sand filter. Visually, the water produced by the sand filter method was clear, which indicates that the pollutant content in blackwater has been well filtered. Aside from being reused, the output water also does not have the potential to pollute the environment if it is discharged into the river body. The result is supported by the descriptive data that shows the significant decrease of blackwater turbidity. The longer the residence time, the better the result. In addition, the result of Linear Regression demonstrated that sand filter thickness has a significant effect on the decrease of blackwater turbidity. The decrease in turbidity level indicates that the pollutant content in blackwater has been removed properly.

Keywords: Blackwater, Filtration, Concrete sand.

DAFTAR ISI

	Halaman
Judul	i
Kata Pengantar	ii
Ringkasan	iii
Summary	iv
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	viii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Sasaran	2
1.3 Lingkup Penerapan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Target Luaran	6
2.1 IPAL Komunal	4
2.2 Material Filter (Pasir Cor)	4
2.3 Parameter (NTU / <i>Nephelometric Turbidity Unit</i>)	5
2.4 Acuan Standar Baku Mutu	6
2.5 Penelitian Terdahulu	6
2.5.1 Ginanjar (2014)	6
2.5.2 Lismore (2010)	7
2.5.3 Sodamade and Pearse (2013)	8
2.5.4 Adhibaswara et al. (2011)	8
2.5.5 Wulandari (2018)	9
BAB III METODE PELAKSANAAN	
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Pelaksanaan	11
3.4 Sumber Data	12
3.5 Teknik Pengumpulan Data	12
3.6 Diagram Alir Pelaksanaan	13
BAB IV PENERAPAN MODEL FISIK FILTER	
4.1 IPTEK Rencana Model	14
4.2 IPTEK Pelaksanaan Pada Lokasi Mitra	15
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1 Deskripsi Tingkat Kekerusuhan Air Hasil Pengolahan	17
5.2 Pengaruh Filter Pasir Terhadap Kekerusuhan	17
5.2.1 Hasil Analisis pada <i>Blackwater</i> Pengambilan Pagi	17
5.2.2 Hasil Analisis pada <i>Blackwater</i> Pengambilan Sore	18
5.3 Pembahasan	18

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	21
5.2 Saran.....	21
DAFTAR PUSTAKA	22

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Hasil Penelitian Kurniawati (2018)	10
Tabel 2. Data kekeruhan air limbah pada perlakuan ketebalan pasir 20 cm	17
Tabel 3. Hasil analisis Regresi pada data pengamatan pagi	17
Tabel 4. Hasil analisis Regresi pada data pengamatan sore	18

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Kondisi IPAL Tlogomas Malang.....	2
Gambar 2. Pasir Cor	5
Gambar 3. Skema Perletakan Jaringan Pipa SBS.....	7
Gambar 4. Proses Penjernihan air	7
Gambar 5. Desain filter pasir.....	8
Gambar 6. Susunan material filter pada alat penjernih air sungai.....	9
Gambar 7. Skema Pengolahan <i>blackwater</i> dengan filter tunggal.....	10
Gambar 8. Denah IPAL Komunal Tlogomas	11
Gambar 9. Persiapan Bahan Filter	12
Gambar 10. IPAL Komunal Tlogomas Malang	12
Gambar 11. Diagram Alir Pelaksanaan	13
Gambar 12. Gambaran IPTEK (Alat Filter Plat dan <i>Wiremesh</i>)	14
Gambar 13. Model fisik filter limbah.....	15
Gambar 14. Penerapan model fisik filter limbah.....	16

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kawasan Tlogomas sudah memiliki fasilitas MCK komunal untuk mengatasi permasalahan di daerah ini yang masih banyak rumah tangga tidak memiliki MCK yang memenuhi syarat. Bila kita ingin menuju MCK komunal di Tlogomas maka kita dapat menyusuri jalan kecil bernama Tirta Rona di belahan selatan kota Malang, ada papan bertuliskan “Anda Masuk Kawasan MCK Terpadu”. Jika diteruskan, jalannya menurun dan berujung di kuburan dan dibawahnya mengalir sungai Brantas yang bertebing dan curam. Dulu jalan ini diberi nama Jalan Keramat, di mana rumah-rumah warga berhimpitan seperti saling menjepit. Jalan di sekitarnya mirip jalan tikus, berkelak-kelok lalu menyempit. Lahan yang tidak luas karena hanya memanfaatkan bantaran Brantas dengan kemiringan hampir 35 derajat (Kompas/ Dahlia Irawati, 2015).

Sejak puluhan tahun lalu warga RT 03 RW 07 Kelurahan Tlogomas, Kota Malang, itu secara perlahan mengubah perilaku “ke kali” dengan membuat “tangki AG”. Istilah lokal untuk menyebut MCK, pergi “ke kali”. Sementara sejak tahun 1986 mereka mengenal istilah “tangki AG” (tangki Agus Gunarto). Agus Gunarto (43) memenangkan kompetisi terobosan teknologi berkelas internasional di London, Inggris. Ia menjadi orang Asia kedua, selain India, mendapat World Technology Award 2001 untuk kategori social entrepreneurship, dalam kompetisi yang diadakan *World Technology Network* (WTN). MCK terpadu Tlogomas adalah sebuah perkampungan di dalam kota Malang, yang dihuni 120 KK dengan lahan seluas 25 m X 15 m disediakan untuk menampung limbah rumah tangga dengan penataan yang sudah cukup bagus.

Cara kerja IPAL komunal adalah, limbah cair rumah tangga disalurkan ke satu lokasi di belakang kampung, persis di pinggir Sungai Brantas. Kawasan MCK terpadu tersebut berukuran 15 meter x 25 meter. Kawasan itu sama sekali tidak terlihat kumuh dan jorok, justru lebih terlihat sebagai kebun atau taman. Padahal, IPAL ala masyarakat tersebut dibuat terbuka, tidak tertutup seperti septic tank pada umumnya. Di sana terdapat sembilan kolam yang ditumbuhi eceng gondok, septic tank berada di sudut kawasan, dan terdapat semacam tempat duduk dari bambu di bawah pohon belimbing yang sering digunakan warga untuk tempat mengobrol. Aneka tanaman bunga dan buah tumbuh subur, mulai buah jeruk, belimbing, pepaya, cabai, serta tanaman bunga pucuk merah dan aneka jenis puring. Di

tembok kawasan MCK terpadu itu penuh dengan aneka tulisan penyemangat, seperti 'Lingkungan Tertata secara rapi.



a. MCK / IPAL Tlogomas

b. Filter Limbah

Gambar 1. Kondisi IPAL Tlogomas Malang

1.2 Tujuan dan Sasaran

Tujuan penyempurnaan pengembangan MCK komunal dengan IPAL Tlogomas kita dapat menambahkan pasir cor yang berfungsi sebagai filter limbah domestik khususnya *blackwater*.

1. Membuat desain IPAL terpadu dengan tambahan filter pasir cor
2. Membantu pembuatan dan gambar kerja dari IPAL Tlogomas jalan Tirta Rona dengan filter pasir cor
3. Mengangkat kawasan Tlogomas jalan Tirta Rona sebagai kawasan yang sehat, dan tidak menambah pencemaran limbah domestik pada aliran air sungai Brantas
4. Membuat grand design MCK komunal sebagai teknologi tepat guna dengan limbah cair yang layak dibuang ke sungai
5. Membantu dan melatih masyarakat untuk dapat menguji kelayakan dari hasil limbah cair.

1.3 Lingkup Penerapan

Keadaan mitra saat ini sudah bagus bahkan sudah dikenal di beberapa negara lain, tetapi mereka masih perlu kerja sama yang dapat menuntun secara akademisi sehingga hasil keluaran air buangan lebih bagus lagi. Selama ini kondisi IPAL dikelola sendiri oleh warga sekitarnya dengan dana yang sangat terbatas, ada dana bantuan dari beberapa pihak yang sedang berkunjung atau tertarik dengan IPAL tersebut.

Air limbah yang paling banyak dibuang dan mencemari sungai adalah air limbah yang berasal dari limbah rumah tangga (domestik). Sekitar 50-75% dari beban organik yang

berada di dalam sungai berasal dari limbah domestik (Nelwan, 2011). Akibat dari pembuangan limbah yang tidak berada pada tempatnya ini akan mengakibatkan munculnya berbagai macam penyakit saluran pencernaan, penyakit saluran pernapasan, dan penyakit lainnya.

Jenis air limbah sendiri ada dua, yaitu air limbah *blackwater* dan air limbah *greywater* (Muti, 2011). Air limbah *blackwater* berasal dari kotoran manusia yang perlu pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke karena mengandung bakteri patogen. Pada umumnya *blackwater* ditampung kedalam *septic tank* atau langsung disalurkan ke *sewage system* untuk kemudian diolah dalam Instalasi Pengolahan Air Limbah domestik (IPAL). Untuk air limbah *greywater* berasal dari kegiatan dapur (tempat cuci piring), air bekas mencuci pakaian, dan air mandi yang biasanya langsung dibuang ke saluran drainase (selokan) atau ke perairan umum (sungai). Salah satu contoh pembuangan air limbah *septic tank* komunal di Tlogomas kota Malang. Limbah tersebut setelah melalui endapan pada beberapa kolam kemudian langsung dibuang ke sungai.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 IPAL Komunal

Limbah adalah sesuatu yang tidak berguna, tidak memiliki nilai ekonomi dan akan dibuang, apabila masih dapat digunakan maka tidak disebut limbah. Jenis limbah cair pada dasarnya ada 2 yaitu limbah industri dan limbah rumah tangga. Limbah cair yang termasuk limbah rumah tangga hanya mengandung zat-zat organik dengan pengolahan yang sederhana dapat menghilangkan polutan yang terdapat di dalamnya (Perdana, 1992).

Aliran yang mengalir secara gravitasi pada sistem *Small Bore Sewer (SBS)*, aliran air buangan dapat berupa aliran terbuka yang terjadi di hampir seluruh perpipaan air buangan, atau dengan aliran tertutup bertekanan selama gradient hidrolisnya tidak melebihi elevasi permukaan air yang ada pada setiap tangki septik, sehingga tidak terjadi aliran balik (*backwater*).

Sistem SBS (*Small Bore Sewer*) memungkinkan jika terjadi peningkatan kepadatan penduduk dengan pengembangan pemukiman, dibandingkan dengan system konvensional. Sistem SBS lebih efisien dalam penggunaan lahan, memberikan perlindungan jauh lebih tinggi bagi lingkungan dengan system perawatan yang tepat, biaya instalasi SBS lebih murah dari biaya sistem konvensional, dan juga dengan system SBS kualitas kebersihan air tanah dapat terpelihara, dan kualitas limbah padatnya juga terjaga kualitasnya dari pengenceran pada Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) (Lauren, 2007).

2.2 Material Filter (Pasir Cor)

Pasir terbentuk dari material campuran yang terjadi secara alami, yang berarti bahwa pasir tidak hanya mengandung satu komponen tunggal. Pasir yang telah terkonsolidasi adalah jenis batuan yang dikenal sebagai batu pasir. Ukuran rata-rata butiran pasir ditentukan oleh energi dari media transport. Semakin kuat kecepatan arus (baik itu arus sungai atau gelombang laut) maka arus tersebut membawa material yang lebih berat. Pada umumnya, media transport pasir adalah arus sungai, butiran pasir cenderung bergerak melompat-lompat terhadap rata-rata kecepatan arus sungai. Mode gerakan ini dikenal sebagai *saltation*. Sedangkan lanau, material sedimen yang jauh lebih ringan dari pasir, cenderung bergerak melayang-layang terhadap rata-rata kecepatan arus sungai. Gerakan ini disebut *suspended load*.

Pasir cor atau beton merupakan pasir yang diperoleh dari kawah gunung atau aliran sungai. Pasir cor yang baik mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:

- a) Berwarna hitam
- b) Butirannya kasar, keras dan tajam, berukuran 0.075 sampai 5.0 mm.
- c) Sedikit mengandung lumpur, namun tidak melebihi 4%.

Untuk menguji kandungan lumpur, dapat dilakukan dengan cara merendam segenggam pasir dalam air. Jika warnanya coklat dan keruh, dipastikan pasir tersebut memiliki kandungan lumpur yang cukup tinggi. Pada pasir cor yang tidak mengandung lumpur, air rendaman tidak akan menjadi kotor atau berubah warna.



Gambar 2. Pasir Cor

Pasir termasuk dalam kategori sangat kasar bila memiliki ukuran butiran sebesar 1-2mm. Pasir kasar berukuran 1/2-1mm, pasir sedang berukuran 1/4-1/2mm, pasir halus berukuran 1/8-1/4mm, dan Pasir Sangat Halus berukuran 1/16-1/8mm. Ukuran butir pasir pada sedimen rata-rata adalah 0.125 mm-1 mm, dan tersusun atas butiran mineral maupun batu pecahan.

2.3 Parameter (NTU / *Nephelometric Turbidity Unit*)

NTU merupakan parameter yang diukur dalam penelitian ini. Dengan kata lain, fokus penelitian hanya pada perubahan tingkat kekeruhan air limbah. Air dikatakan keruh karena memiliki warna tertetu, dimana air memiliki banyak muatan lumpur dan secara visual terlihat kotor. Bahan-bahan yang menyebabkan kekeruhan meliputi lumpur, bahan organik dan partikel-partikel yang tersuspensi. Dalam penelitian ini, pengukuran kekeruhan dilakukan dengan menggunakan Nephelometer, dengan satuan yang digunakan adalah NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*).

2.4 Acuan Standar Baku Mutu

Pengelolaan air limbah bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan polutan, baik dalam bentuk mikroorganisme patogen, bahan kimia, dan radioaktif (DepKes, 1990). Pengelolaan air limbah merupakan bagian yang sangat penting dalam upaya penyehatan lingkungan yang mempunyai tujuan untuk melindungi masyarakat dari bahaya pencemaran lingkungan. Air limbah yang tidak ditangani secara benar akan menyebabkan beragam dampak negatif, khususnya terkait kesehatan. Sehingga, perlu pengelolaan yang baik agar limbah yang dibuang ke suatu area tidak menimbulkan pencemaran.

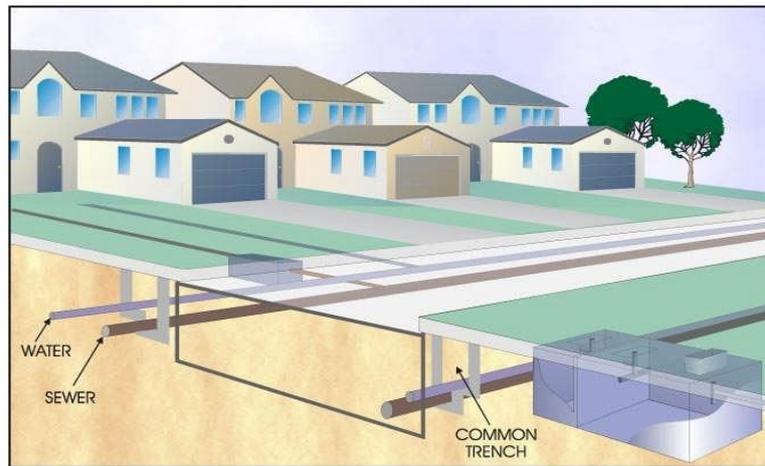
2.5 Penelitian Terdahulu

2.5.1 Ginanjar (2014)

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Ginanjar (2014) adalah terkait pengolahan limbah. Aliran yang mengalir secara gravitasi pada sistem *Small Bore Sewer (SBS)*, aliran air buangan dapat berupa aliran terbuka yang terjadi di hampir seluruh perpipaan air buangan, atau dengan aliran tertutup bertekanan selama gradient hidrolisnya tidak melebihi elevasi permukaan air yang ada pada setiap tangki septik, sehingga tidak terjadi aliran balik.

Sistem *SBS (Small Bore Sewer)* memungkinkan jika terjadi peningkatan kepadatan penduduk dengan pengembangan pemukiman, dibandingkan dengan system konvensional. Sistem *SBS* lebih efisien dalam penggunaannya, memberikan perlindungan jauh lebih tinggi bagi lingkungan dengan system perawatan yang tepat, biaya instalasi *SBS* lebih murah dari biaya sistem konvensional, dan juga dengan system *SBS* kualitas kebersihan air tanah dapat terpelihara, dan kualitas limbah padatnya juga terjaga kualitasnya dari pengenceran pada Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT).

Berdasarkan analisis kondisi daerah perencanaan dengan kriteria perencanaan tersebut, maka system penyaluran air buangan yang akan direncanakan dan paling tepat untuk diterapkan adalah sistem riol ukuran kecil atau *Small Bore Sewerage (SBS)*.

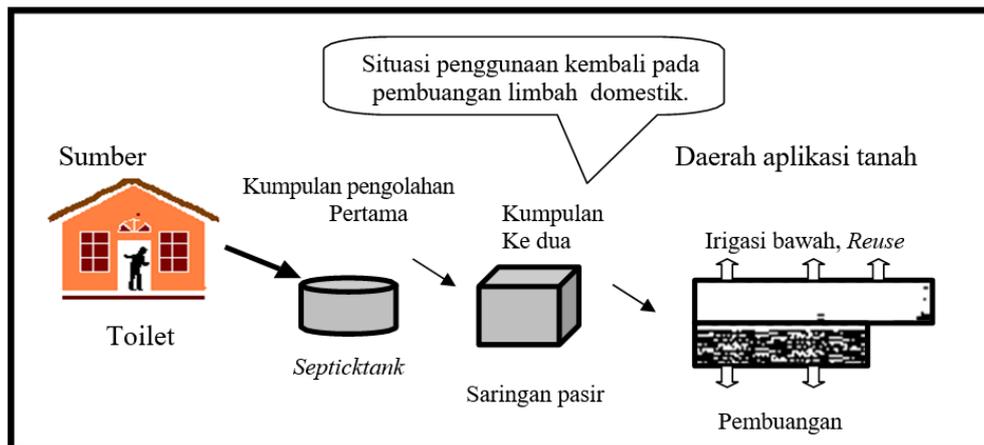


Gambar 3. Skema Perletakan Jaringan Pipa SBS

Gambar diatas merupakan jaringan pipa SBS tersambung dengan *septic tank* dari rumah-rumah penduduk melalui sambungan rumah. Jaringan SBS diletakkan di bawah jaringan pipa air bersih, untuk meminimalisasi potensi pencemaran akibat kebocoran pipa.

2.5.2 Lismore (2010)

Dalam Lismore (2010), dijelaskan bahwa proses penjernihan air dilakukan melalui proses sebagai berikut:



Gambar 4. Proses Penjernihan air

Secara garis besar, gambar diatas menjelaskan bahwa metode filtrasi dengan pasir diterapkan sebagai metode penyaringan air limbah yang berasal dari toilet. Hal tersebut bertujuan untuk menurunkan kadar polutan dan bahan organik dalam air limbah sebelum

dibuang ke saluran pembuangan ataupun sungai. selain itu, air hasil pengolahan juga dapat dimanfaatkan kembali sebagai air irigasi pada kegiatan pertanian.

2.5.3 Sodamade and Pearse (2013)

Penelitian yang dilakukan oleh Sodamade and Pearse (2013) berjudul *Removal of Iron and Manganese Using Rapid Sand Filtration*, yakni terkait pengolahan limbah dengan menggunakan filter pasir untuk mengurangi kandungan Fe dan Mn. Pengaruh pH dan waktu operasi dari filter pada penghapusan Fe dan Mn dalam air. Studi awal ini dapat berguna dalam merancang filter pasir cepat lebih baik dalam hal kecepatan *backwash* kedalaman lapisan pasir dan ukuran butir dari media filter dan daerah kolom filter. Hal ini juga dapat digunakan dalam simulasi pasir cepat. Kemampuan penyaring untuk menghapus konsentrasi yang lebih tinggi dari Fe dan Mn.



Gambar 5. Desain filter pasir

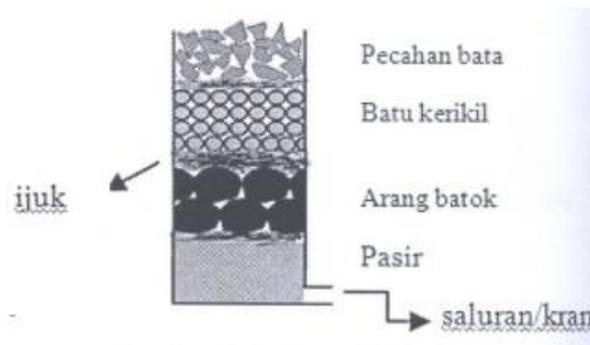
2.5.4 Adhibaswara et al. (2011)

Dalam penelitiannya, Adhibaswara et al. (2011) menerapkan teknologi sederhana dengan prinsip filtrasi untuk menjernihkan air sungai, di mana salah satu material yang digunakan adalah pasir. Prinsipnya, teknologi pengoahan limbah yang diterapkan harus mudah dicontoh dan tidak memakan biaya yang mahal. Tujuannya adalah agar metode tersebut dapat diterapkan oleh masyarakat umum.

Tanggul sederhana yang biasanya digunakan sebagai saringan air bersih yang terdiri atas susunan bambu, batuan, ijuk dan batang kelapa. Lapisan bambu berada pada lapisan yang terluar sebagai dinding penahan tanah. Untuk pembuatan susunannya, pertama-tama bambu dipancangkan satu-satu disusun rapi mengarah vertikal kemudian disatukan dengan

menggunakan potongan bambu arah horizontal. Hal ini bertujuan untuk menambah kekuatan pada bambu dalam menahan tekanan tanah. Ujung bambu vetikal danujung bambu horizontal yang mengenai tanah, lalu ditancapkan ke dalam tanah hingga benar-benar kokoh. Antara persilangan bambu vetikal dan horizontal digabungkan dengan menggunakan sekrup.

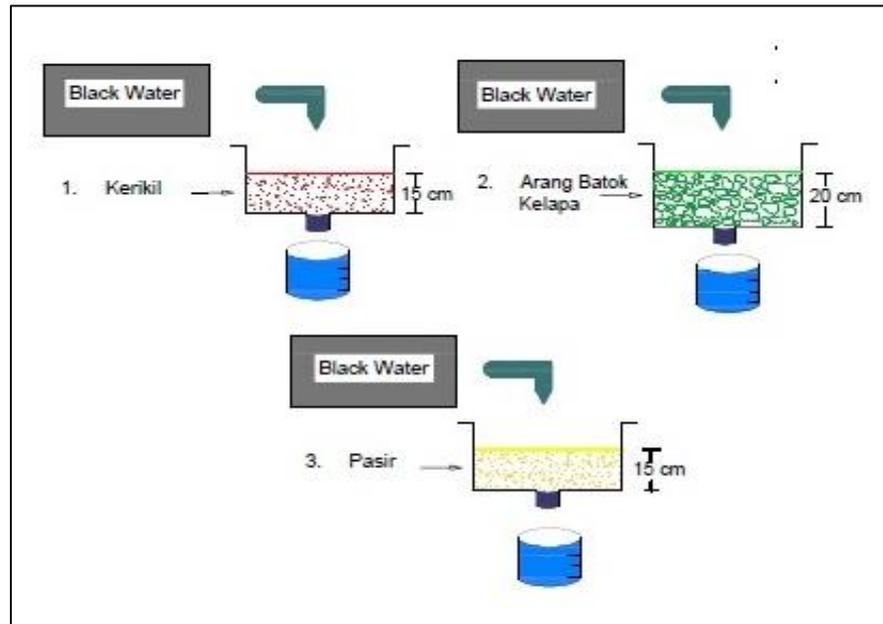
Lapisan batuan dan ijuk berada setelah lapisan bambu. Batuan dan ijuk berfungsi untuk menimbulkan lumpur dan lumut, dimana fungsi dari itu sendiri adalah untuk menahan air agar tidak merembes ke dinding tanah. Lapisan batang kelapa berada setelah lapisan batuan dan ijuk. Lapisan batang kelapa yang langsung terkena air memiliki fungsi untuk mencegah rembesan air berlebihan kedinding tanah. Sehingga air yang sampai pada lapisan batuan dan ijuk jumlahnya tidak terlalu besar. Cara membuatnya adalah dengan menumpuk setengah belahan memanjang batang kelapa hingga tinggi yang diinginkan. Kemudian, antar satu batang dengan batang lainnya dikunci tegak lurus dengan baut sekrup dan ujungnya diberi patok kayu atau besi agar struktur menjadi kaku.



Gambar 6. Susunan material filter pada alat penjernih air sungai

2.5.5 Wulandari (2018)

Penelitian Wulandari (2018) menerapkan metode filter tunggal dengan rancangan yang dijelaskan secara visual melalui gambar 6. Material filter yang digunakan adalah kerikil, arang dan pasir, dengan ketebalan masing-masing adalah 15 cm, 20 cm, dan 25 cm.



Gambar 7. Skema Pengolahan *blackwater* dengan filter tunggal

Dalam penelitian ini, pengamatan dilakukan dengan mengukur parameter-parameter kualitas air terpilih, yang terdiri dari pH, Suhu, TSS, TDS, BOD, dan COD. Berikut ditunjukkan tabel deskriptif dari hasil pengolahan limbah *blackwater* dengan menggunakan perlakuan filter tunggal, yakni kerikil, arang, dan pasir secara individual:

Tabel 1. Hasil Penelitian Kurniawati (2018)

No	Parameter	Kondisi Awal <i>Blackwater</i>	Hasil Filter Kerikil	Hasil Filter ArangBatok	Hasil Filter Pasir	Standar (KelasIV)
1	pH	3.62	6.56	6.18	6.16	5-9
2	Suhu (°C)	27.5	23.74	23.75	25.01	21
3	TSS (mg/L)	877	1000	946	900	400
4	TDS (mg/L)	766.67	716	2680	435	2000
5	BOD (mg/L)	375	185	153	142	12
6	COD (mg/L)	482	263	215	165	100

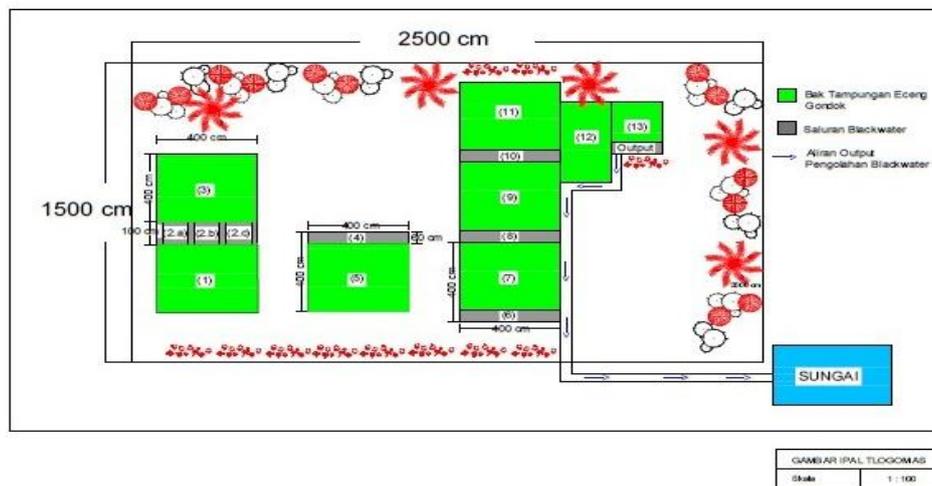
Sumber: Hasil penelitian

Secara keseluruhan, hasil pengolahan limbah *blackwater* dengan filter tunggal menunjukkan hasil dimana kualitas *blackwater* telah mengalami peningkatan berdasarkan parameter-parameter kualitas air yang diukur. Selain itu, material filter yang paling potensial dalam mereduksi polutan yang terkandung dalam limbah *blackwater* adalah pasir. Selanjutnya, limbah *blackwater* dapat diolah lagi dengan menerapkan perlakuan filter bertingkat, yakni kombinasi bersusun dari material kerikil, arang, dan pasir. Secara rinci, hasil perlakuan akan dijelaskan pada bagian berikutnya.

BAB III METODE PELAKSANAAN

3.1 Waktu dan Tempat

Kegiatan Abdimas yang dilaksanakan di IPAL komunal Tlogomas Malang yaitu dengan pengambilan sampel air diambil dari IPAL komunal Tlogomas Malang. Kegiatan ini meliputi pengaturan aliran dari kolam pertama ke kotak filter pengambilan sampel, analisa air awal dan akhir, analisa air keluaran dari filter dan analisa air akhir yang disesuaikan di lapangan.



Gambar 8. Denah IPAL Komunal Tlogomas

3.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan ini antara lain alat Horiba, jerigen, *stopwatch*, kamera, alat tulis, dan lain-lain. Selanjutnya, bahan yang digunakan dalam pelaksanaan meliputi bahan baku yang diolah yaitu limbah rumah tangga (*Blackwater*) yang diambil dari MCK Komunal Tlogomas. Selain itu, bahan lain yang digunakan adalah material filter berupa pasir cor dengan diameter partikel yaitu 2 mm.

3.3 Prosedur Pelaksanaan

1) Persiapan Bahan

Bahan yang disiapkan pertama kali adalah pasir cor. Bahan tersebut dituang pada model yang sudah dipersiapkan seperti gambar di bawah ini:



Gambar 9. Persiapan Bahan Filter

Setelah bahan filter dituang pada tempatnya, maka selanjutnya dipersiapkan air limbah domestik yang diambil dari IPAL komunal Tlogomas Malang.

2) Lokasi IPAL Tlogomas

IPAL Tlogomas ada di dalam kota Malang yaitu di Di daerah dinoyo. Adapun posisinya adalah masuk gang kecil dekat kuburan di situ ada tanah seluas (15 x 25) m dibuat lahan pembuangan limbah untuk 120 KK dengan di rawat sendiri, kadang ada dana bantuan dari luar karena sebagai IPAL percontohan yang bagus dan bersih.



Gambar 10. IPAL Komunal Tlogomas Malang

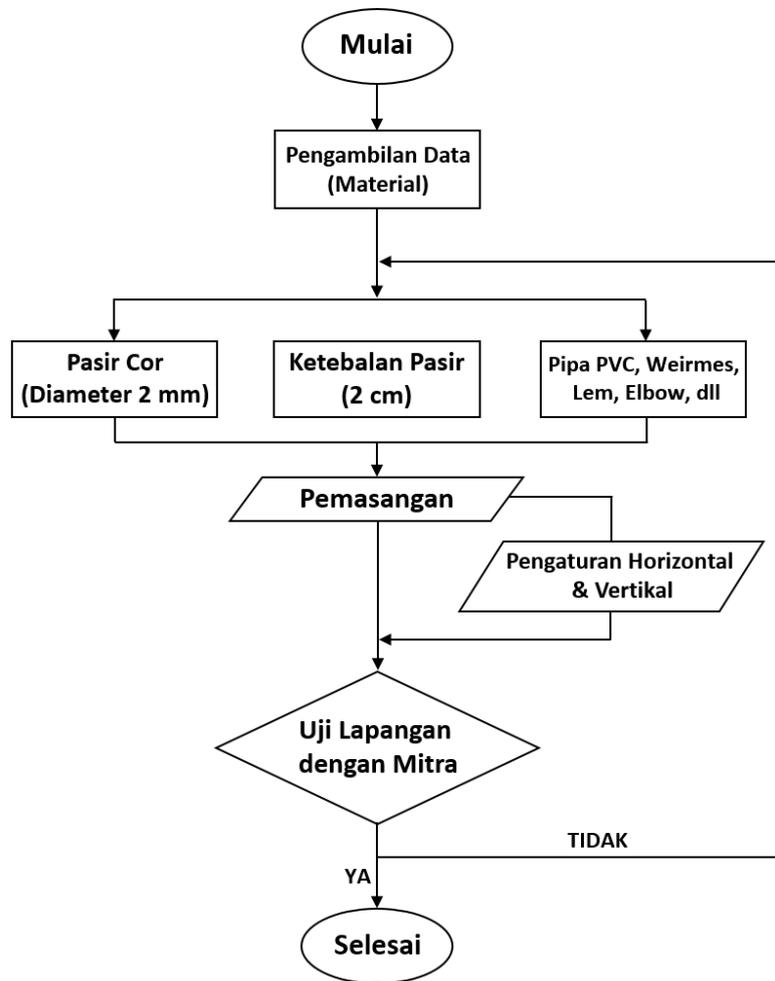
3.4 Sumber Data

Data primer didapatkan langsung dari lapangan, yakni IPAL Komunal Kelurahan Tlogomas, Kota Malang.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Data pengamatan didapatkan langsung dari lapangan dengan mitra kerja.

3.6 Diagram Alir Pelaksanaan



Gambar 11. Diagram Alir Pelaksanaan

BAB IV PENERAPAN MODEL FISIK FILTER

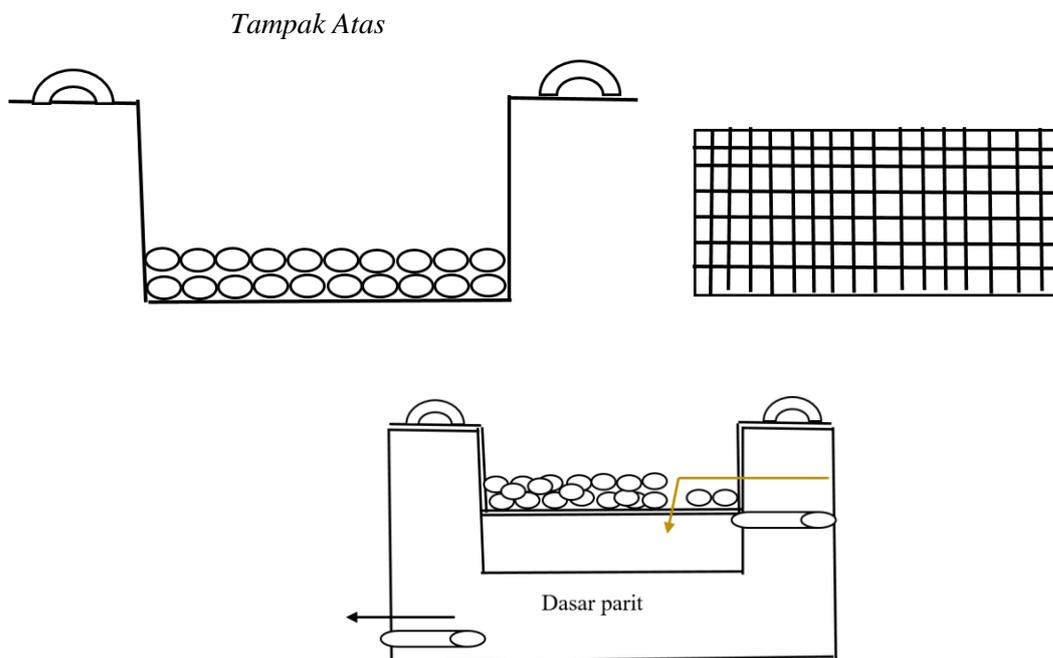
4.1 IPTEK Rencana Model

IPTEK adalah gambar model fisik yang diaplikasikan di lapangan. Bahan dasar yang digunakan adalah pasir cor dengan diameter partikel 2 mm. Adapun alat yang digunakan antara lain sebagai berikut:

1. Kawat *wiremesh screen* 18 dan *frame*
2. Frame dari plat
3. Pasir diameter 2 mm

Selanjutnya, penyusunan atau pembuatan model fisik adalah sebagai berikut:

1. *Wiremesh* dijepit dengan plat
2. Plat dibentuk sesuai dengan yang ada di lokasi yaitu seperti pada gambar
3. Plat dibuat sebagai *frame* yang menjepit *wiremesh*



Gambar 12. Gambaran IPTEK (Alat Filter Plat dan Wiremesh)

Dari rencana model diatas tidak dapat dilaksanakan pada lokasi limbah mitra, sehingga pelaksanaan filtrasi menyesuaikan kondisi limbah mitra kerja abdimas pada lokasi IPAL Tlogomas Malang.

4.2 IPTEK Pelaksanaan Pada Lokasi Mitra



a. Pipa skala 1:2



b. Kran pembuang



c. Pipa output



d. Pipa input



e. Saringan dalam pipa



f. Kasa saringan pipa



g. Pasir cor dlm pipa

Gambar 13. Model fisik filter limbah

Dari rancangan model di atas, maka selanjutnya diaplikasikan di lokasi mitra dengan pelaksanaan seperti gambar di bawah ini:



a. Kolam rencana filter



b. 3 buah kolam filter



c. Rencana pemasangan



d. Pengukuran filter



e. Proses pemasangan



f. Proses pemasangan



g. filter sudah terpasang



h. Uji coba filter



i. Uji ciba filter



j. Air hasil filtrasi (Air tampak jernih)

Gambar 14. Penerapan model fisik filter limbah

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Deskripsi Tingkat Kekeruhan Air Hasil Pengolahan

Berikut menyajikan hasil pengukuran tingkat kekeruhan air limbah yang diolah melalui filter tunggal dengan ketebalan pasir 20 cm.

Tabel 2. Data kekeruhan air limbah pada perlakuan ketebalan pasir 20 cm

No	Kadar Kekeruhan (NTU)		Waktu (Hari)	Kelas 1
	Pagi	Sore		
1	1000	800	0	5
2	300	320	1	
3	250	280	2	
4	200	230	3	
5	180	200	4	
6	150	175	5	
7	130	155	6	
8	100	120	7	
9	95	110	8	
10	90	105	9	

Sumber: Data penelitian (2017)

Perlakuan ketebalan pasir 20 cm merupakan perlakuan yang paling optimal dalam menurunkan kekeruhan air limbah *blackwater*. Hal tersebut terlihat dari tingkat kekeruhan akhir mencapai 90 NTU pada limbah *blackwater* yang diperoleh pagi hari. Angka tersebut merupakan yang paling rendah bila dibandingkan dengan hasil perlakuan lainnya. Pada air limbah yang diperoleh sore hari, tingkat kekeruhan akhir setelah disaring selama 9 hari yaitu 105 NTU.

5.2 Pengaruh Filter Pasir Terhadap Kekeruhan

5.2.1 Hasil Analisis pada *Blackwater* Pengambilan Pagi

Tabel 3 berikut menyajikan ringkasan hasil analisis Regresi Linier pada data *blackwater* yang diperoleh pagi hari, khususnya terkait pengaruh antara ketebalan pasir dengan tingkat kekeruhan.

Tabel 3. Hasil analisis Regresi pada data pengamatan pagi

No	Variabel Bebas	Koefisien	Signifikansi	R ²	Persamaan
1	Ketebalan Pasir	-11.847	0.126	8.1%	$Y = 523.386 - 11.847 X + e$

Sumber: Data penelitian diolah (2018)

Berdasarkan tabel diatas, dapat diketahui bahwa hasil analisis Regresi Linier antara ketebalan pasir dan kekeruhan pada data pagi menunjukkan koefisien regresi -11,847, dengan nilai signifikansi 0,126 ($> \alpha 0,05$). Sehingga, dapat dinyatakan bahwa ketebalan pasir memiliki pengaruh yang bersifat negatif dan tidak signifikan terhadap kekeruhan air limbah yang diolah. Dengan kata lain, semakin tebal lapisan pasir yang digunakan untuk filtrasi, maka akan semakin potensial dalam menurunkan tingkat kekeruhan. Koefisien determinasi yang didapatkan dari analisis regresi adalah 8.1%, dimana angka ini merepresentasikan pengaruh dari perlakuan ketebalan pasir yang diterapkan terhadap tingkat kekeruhan air limbah yang diolah. Adapun sisanya (91.9%) merupakan persentase pengaruh dari variabel atau faktor lain, selain dari perlakuan ketebalan pasir yang diterapkan.

5.2.2 Hasil Analisis pada *Blackwater* Pengambilan Sore

Hasil analisis Regresi Linier antara ketebalan pasir dan kekeruhan air limbah yang diperoleh sore hari dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Hasil analisis Regresi pada data pengamatan sore

No	Variabel Bebas	Koefisien	Signifikansi	R ²	Persamaan
1	Ketebalan Pasir	-10.129	0.079	10.6%	$Y = 493.143 - 10.129 X + e$

Sumber: Data penelitian diolah (2018)

Ringkasan hasil analisis Regresi Linier diatas menunjukkan bahwa pada data pengamatan sore, didapat koefisien regresi -10,129, dengan nilai signifikansi 0,079 ($> \alpha 0,05$). Sehingga, interpretasi yang didapat disini senada dengan hasil analisis pada data pagi. Ketebalan pasir terbukti secara statistik memiliki pengaruh negatif dan tidak signifikan terhadap kekeruhan. Semakin tebal lapisan pasir, maka tingkat kekeruhan air limbah yang disaring nantinya akan semakin turun. Bila melihat koefisien determinasi yang dihasilkan dari analisis Regresi, dapat diketahui bahwa persentase pengaruh perlakuan ketebalan pasir adalah 10.6% terhadap tingkat kekeruhan air limbah. Dengan kata lain, 89.4% sisanya merepresentasikan pengaruh dari variabel atau faktor lain, selain dari perlakuan ketebalan pasir yang diterapkan.

5.3 Pembahasan

Penggunaan pasir sebagai material filter merupakan salah satu solusi pengolahan air limbah yang sangat mudah diterapkan bahkan oleh masyarakat umum sekalipun. Alasannya

tidak lain adalah kemudahan dalam memperoleh bahan sekaligus dalam pembuatan model filter. Secara teori dikatakan bahwa pasir memiliki potensi yang menjanjikan untuk digunakan sebagai bahan penjernih air, baik itu filtrasi dengan pasir cepat (*rapid sand filtration*) maupun pasir lambat (*slow sand filtration*). Air limbah *blackwater* tinggi akan bahan organik, sehingga karakteristiknya cenderung berlumpur dan berwarna hitam. Dalam hal ini, penggunaan pasir dirasa sangat tepat untuk menyaring muatan lumpur dan menurunkan kekeruhan air limbah.

Berdasarkan data hasil pengukuran tingkat kekeruhan air limbah selama proses pengolahan, dapat diketahui bahwa kekeruhan air limbah kian menurun seiring dengan semakin lamanya proses penyaringan. Bila dibandingkan antara ketiga perlakuan ketebalan pasir, maka dapat dinyatakan bahwa ketebalan pasir 25 cm merupakan perlakuan yang paling optimal dalam menurunkan kadar kekeruhan air limbah. Temuan tersebut ditunjukkan dengan tingkat kekeruhan akhir mencapai 90 NTU (*blackwater* pagi). Artinya, secara deskriptif terlihat bahwa semakin tebal lapisan pasir yang digunakan, maka akan semakin potensial dalam menurunkan kekeruhan air limbah.

Hasil analisis Regresi Linier menegaskan apa yang terlihat pada sajian data deskriptif. Baik pada sampel *blackwater* pagi maupun sore, didapat bahwa masing masing memiliki koefisien yang bertanda negatif dan tidak signifikan. Sehingga, secara garis besar senada dengan penjabaran sebelumnya, dimana semakin tebalnya lapisan pasir yang digunakan, maka tingkat kekeruhan air limbah akan semakin turun. Dengan kata lain, filter dinilai akan semakin potensial dalam menyaring lumpur dan muatan lainnya sehingga output air yang dihasilkan akan semakin rendah kekeruhannya.

Menurut Dubey dan Omprakash (2013), metode penyaringan air limbah dengan pasir merupakan salah satu metode tradisional yang dapat digunakan sebagai salah satu alternatif. Filter pasir dapat dipergunakan untuk mengolah limbah domestik menjadi air yang layak diperkunakan untuk aktivitas pertanian. Selanjutnya, Gusdi et al. (2015) menambahkan bahwa dalam metode pengolahan air limbah dengan sistem filtrasi, lapisan pasir merupakan lapisan material filter yang sebaiknya dibuat tebal. Dikatakan bahwa pasir mampu menjernihkan air secara optimal, dimana semakin tebal lapisan pasir yang digunakan, maka akan semakin jernih air yang dikeluarkan dari pengolahan. Bila mengacu pada penelitian Adhibaswara et al. (2011), lapisan pasir difungsikan untuk menyaring lumpur dan bahan-bahan lain yang terkandung dalam air.

Penelitian ini senada dengan hasil penelitian Dewi dan Yanti (2016) yang menggunakan beberapa material filter, termasuk salah satunya adalah pasir, untuk menurunkan kadar COD dan TSS pada limbah tahu. Pada penelitiannya, didapatkan bahwa pasir dengan ketebalan lapisan 7 cm mampu menurunkan kadar TSS dengan baik. Kaitannya dengan penelitian ini, TSS merupakan parameter yang berhubungan erat dengan kekeruhan, dimana kekeruhan itu sendiri merupakan hasil dari banyaknya padatan tersuspensi (TSS) pada air limbah. Dengan demikian, maka dapat dikatakan bahwa hasil penelitian ini sejalan dengan teori serta peneliti terdahulu. Ketebalan pasir dan waktu tinggal yang cukup akan menghasilkan output air yang jernih.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pasir dapat digunakan sebagai material filter. Secara umum hasil penerapan di lapangan menunjukkan hasil yang menjanjikan, namun hasil yang diperoleh masih belum maksimal dan perlu dikembangkan lagi.
2. Tingkat kekeruhan air limbah semakin turun seiring dengan semakin lamanya waktu tinggal yang diterapkan. Waktu tinggal yang paling optimal dalam menurunkan kekeruhan air limbah adalah 9 hari, dengan penurunan kekeruhan hingga mencapai 80%.

6.2 Saran

Beberapa rekomendasi yang dapat diberikan antara lain sebagai berikut:

1. Peneliti selanjutnya disarankan untuk menggunakan material lain untuk filter air limbah, baik diterapkan secara tunggal maupun kombinasi. Penelitian lanjutan diharapkan dapat menghasilkan output air yang lebih baik lagi.
2. Semakin lama waktu tinggal, maka kotoran yang tersaring pada material filter akan semakin banyak, sehingga disarankan untuk melakukan *backwash*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhibaswara, B., Indah, P. Rini, Muhammad Nico, & Zara, M. 2011. Pengelolaan Air Secara Ekonomis dengan Penggunaan Tanggul Batang Kelapa Serta Penjernih Air Alami. Proceeding PESAT (Psikologi, Ekonomi, Sastra, Arsitektur & Sipil). Vol.4. ISSN 1858-2559.
- Departemen Kesehatan. 1990. Peraturan Menteri Kesehatan No.416/MENKES /PER/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air. Jakarta.
- Dewi, Y. Sapta, & Yanti, Buchori. 2016. Penurunan COD, TSS Pada Penyaringan Air Limbah Tahu Menggunakan Media Kombinasi Pasir Kuarsa, Karbon Aktif, Sekam Padi dan Zeolit. *Jurnal Ilmiah Satya Negara Indonesia*, Vo.9 No.1 (2016) 74-80.
- Dubey, A. Kumar, & Omprakash, Sahu. 2014. Review on Natural Methods for Wastewater Treatment. *Journal of Urban and Environmental Engineering*. Vol.8, No.1, (2014) 89-97.
- Gusdi, R., Hasnah, W., & Uci, Septiana. 2015. Pembuatan Alat Penyaringan Air Sederhana dengan Metode Fisika. *Jurnal Nasional Ecopedon*. Vol.4, No.1, (2017) 19-21.
- Gosch. 1998. Arbeitsunterlag. Siedlungswirtschaft II. FH Giessen Friedberg.
- Lange, J, dan Otterpohl, R. 1997. Abwasser Handbuch zu einer Zukunftsfahogen Wasserwirtschaft Malbeton Verlag, Germany.
- Lismore City Council. 2003. The Use of Reed Beds for the Treatment of Sewage & Wastewater from Domestic Households. Department of Local Government's Septic Safe Program. New South Wales, Australia.
- Mukhtasor. 2007. *Pencemaran Pesisir dan Laut*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Nelwan, F., Kawik, S., & Budi, Kamulyan. 2003. Kajian Program Pengelolaan Air Limbah Perkotaan. Studi Kasus Pengelolaan IPAL Margasari Balikpapan. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, Vol. X, No. 2, (2003) 94-103.
- Perdana, G. 1992. Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Sodamade, G.A, and Pearse, L.F. 2013. Removal of Iron and Manganese Using Rapid Sand Filtration. *NSE Technical Transaction*, Vol.47, No.3.
- Supradata. 2005. Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias *Cyperus alternifolius*, L. dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF-Wetlands). Tesis Tidak Diterbitkan. Magister Ilmu Lingkungan. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Kompas/ Dahlia Irawati, (Edisi 11 maret 2015). MCK Komunal. Dikutip dari: <http://www.biokehidupan.blogspot.com>2015/03.html>
- Wulandari, Lies, K. 2018. Model Fisik Pengolahan Limbah Domestik *Septictank* Komunal *Blackwater* Menjadi Air Pertanian dengan Filter Bertingkat dan *Wetland*. Disertasi Tidak Dipublikasikan. Universitas Brawijaya. Malang.