

**RANCANG BANGUN FILTER LIMBAH CAIR *LAUNDRY*
SKALA RUMAH TANGGA DENGAN MENGGUNAKAN
MULTIMEDIA FILTER**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S. T)
pada Program Studi Teknik Lingkungan



Disusun oleh:

SEPTI FATIMATUS ZAHRO

NIM. H75216069

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2020

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Septi Fatimatus Zahro

NIM : H75216069

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2016

Menyatakan bahwa tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya berjudul “RANCANG BANGUN FILTER LIMBAH CAIR LAUNDRY SKALA RUMAH TANGGA DENGAN MENGGUNAKAN MULTIMEDIA FILTER” Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan Tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 21 Juli 2020

Yang Menyatakan



(Septi Fatimatus Zahro)

NIM. H75216069

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir Oleh:

NAMA : SEPTI FATIMATUS ZAHRO

NIM : H75216069

JUDUL : RANCANG BANGUN FILTER LIMBAH CAIR LAUNDRY
SKALA RUMAH TANGGA DENGAN MENGGUNAKAN MULTIMEDIA
FILTER

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 15 Juli 2020

Dosen Pembimbing I



(Rr Diah Nugraheni Setyowati, M. T)
NIP. 198205012014032001

Dosen Pembimbing II



(Sulistiya Nengse, M. T)
NUP. 201603320

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Septi Fatimatus Zahro ini telah dipertahankan
di depan tim penguji tugas akhir
di Surabaya, 21 Juli 2020

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Dosen Penguji I



(Rr. Diah Nugraheni Setyowati, M. T)
NIP. 198205012014032001

Dosen Penguji II



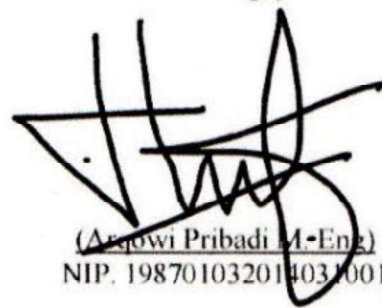
(Sulistiya Nengse, M. T)
NUP. 201603320

Dosen Penguji III



(Teguh Taruna Utama, M. T)
NUP. 201603319

Dosen Penguji IV



(Arqowi Pribadi, M. Eng)
NIP. 198701032014031001

Mengetahui

Plt. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Sunan Ampel Surabaya



(Dr. Iva Fatimatur Rusydiyah, M. Ag)
NIP. 197312272005012003



**KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN**

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Septi Fatimatus Zahro
NIM : H75216069
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/ TEKNIK LINGKUNGAN
E-mail address : septifzahro11@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

☒ Skripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)

yang berjudul :

RANCANG BANGUN FILTER LIMBAH CAIR LAUNDRY SKALA RUMAH TANGGA
DENGAN MENGGUNAKAN MULTIMEDIA FILTER

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara **fulltext** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 21 Juli 2020

Penulis

(Septi Fatimatus Zahro)

RANCANG BANGUN FILTER LIMBAH CAIR *LAUNDRY* SKALA RUMAH TANGGA DENGAN MENGGUNAKAN MULTIMEDIA FILTER

Kata Kunci: Jasa Laundry, Filtrasi, Pasir Silika, Karbon Aktif, *Manganese Greensand*

on of the water ecosystem, and water pollution. One of the methods that is filtration. In this research a filter is planned for household wastewater treatment. Expectedly that the processed product is of standard quality and safe to be disposed to water. The filter components are namely silica sand, activated carbon, and manganese greensand. The simple design by using gravity system as well as pumping and up flow and down flow. Preliminary test results on laundry wastewater for TSS, SS, Phosphate, and pH parameters respectively 180 mg / L, 120 mg / L, 31.8 mg / L, and 8.3. The results of this research were able to reduce the test of the BOD5 of 68.56%, COD of 65.78%, TSS of 6.66%, and pH of 12.04%.

Keywords: Laundry service, Filtration, silica sand, activated carbon, manganese greensand.

ry service, Filtration, silica sand,

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PUBLIKASI	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Ruang Lingkup	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Limbah Cair <i>Laundry</i>	5
2.2 Baku Mutu Limbah Cair <i>Laundry</i>	6
2.3 Pengolahan Limbah Cair <i>Laundry</i> dengan Proses Filtrasi	7
2.3.1 Bagian-Bagian Alat Filtrasi	8
2.3.2 Macam-macam Filter Berdasarkan Arah Alirannya	9
2.4 Media Filter	10

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kualitas Limbah Cair <i>Laundry</i>	6
Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Sabun, Deterjan, dan Produk-Produk Nabati	6
Tabel 2.3 Kriteria Desain Filter Pasir Cepat dan Filter Pasir Lambat.....	14
Tabel 2.4 Kriteria Perencanaan Media Filter Air Limbah.....	15
Tabel 2.5 Faktor Bentuk dikaitkan dengan porositas media	17
Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu	17
Tabel 3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian	26
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	27
Tabel 4.1 Kedalaman Unit Filter	38
Tabel 4.2 Kebutuhan Media Filter	38
Tabel 4.3 Kebutuhan Pipa dan Aksesoris Pipa	39
Tabel 4.4 Hasil Uji Laboratorium Parameter BOD ₅	44
Tabel 4.5 Hasil Uji Laboratorium Parameter COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....	46
Tabel 4.6 Hasil Uji Laboratorium Parameter TSS (<i>Total Suspended Solid</i>).....	48
Tabel 4.7 Hasil Uji Laboratorium Parameter Fosfat	50
Tabel 4.8 Perbandingan Kadar Fosfat dari Penelitian Sebelumnya	51
Tabel 4.9 Hasil Uji Laboratorium Parameter pH	52
Tabel 4.10 Penelitian Terdahulu mengenai Elektrokoagulasi pada Pengolahan Limbah Cair Laundry.....	74
Tabel 4.11 Kajian Penelitian Terdahulu.....	76
Tabel 4.12 SOP Perakitan	82
Tabel 4.13 SOP Penggunaan	85
Tabel 4.14 SOP Perawatan.....	87
Tabel 4.15 Rencana Anggaran Biaya Perakitan <i>Prototype</i> Reaktor Filter.....	89
Tabel 4.16 Rencana Anggaran Biaya Perakitan Alternatif Desain Reaktor A... ..	90
Tabel 4.17 Rencana Anggaran Biaya Perakitan Alternatif Desain Reaktor B.....	91
Tabel 4.18 Rencana Anggaran Biaya Perakitan Alternatif Desain Reaktor C.....	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Unit Filtrasi.....	8
Gambar 2.2 Filter <i>Up Flow</i>	9
Gambar 2.3 Filter <i>Down Flow</i>	10
Gambar 2.4 Pasir Silika.....	11
Gambar 2.5 Karbon Aktif.....	12
Gambar 2.6 <i>Manganese Greensand</i>	13
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	23
Gambar 3.2 Rancangan <i>Prototype</i> Reaktor Filter	25
Gambar 3.3 Sketsa Rancangan <i>Prototype</i> Reaktor Filter.....	26
Gambar 3.4 Diagram Alir Pengolahan	26
Gambar 3.5 Titik Lokasi Pengambilan Sampel Limbah Cair <i>Laundry</i>	28
Gambar 3.6 <i>Prototype</i> Reaktor Filter Yang Telah Siap Digunakan.....	29
Gambar 4.1 Unit Bak Penampungan	33
Gambar 4.2 Submersible Pump.....	36
Gambar 4.3 Proses Penimbangan Bahan Media Filter yang digunakan	39
Gambar 4.4 Rancangan <i>Prototype</i> Reaktor Filter	40
Gambar 4.5 Pengambilan Sampel Air Limbah.....	41
Gambar 4.6 Sampel Air Limbah <i>Laundry</i>	41
Gambar 4.7 Proses Pencarian Debit Optimum Pengolahan	42
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Kadar BOD ₅ dengan Baku Mutu.....	45
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Kadar COD dengan Baku Mutu	47
Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Kadar TSS dengan Baku Mutu	49
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Kadar Fosfat dengan Baku Mutu	50
Gambar 4.12 Proses Pengujian pH sampel Air Limbah <i>Laundry</i>	52
Gambar 4.13 Grafik Perbandingan Kadar pH dengan Baku Mutu	53
Gambar 4.14 Grafik Effisiensi Removal BOD ₅ (<i>Biological Oxygen Demand</i>) ..	55
Gambar 4.15 Grafik Effisiensi Removal COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>).....	58
Gambar 4.16 Grafik Effisiensi Removal TSS (<i>Total Suspended Solid</i>).....	60
Gambar 4.17 Grafik Effisiensi Removal Fosfat (PO ₄).....	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan jasa *laundry* memberikan kemudahan untuk memenuhi kebutuhan setiap orang karena menyediakan jasa cuci cepat dan mudah (Yunarsih, dkk., 2013). Jasa *laundry* dapat memberikan banyak manfaat untuk peningkatan perekonomian masyarakat sekitar dan dapat mengurangi jumlah pengangguran (Rachmawati, 2017). Akan tetapi dengan perkembangan jasa *laundry* ini berpotensi dalam meningkatkan kuantitas limbah cair khususnya limbah cair yang mengandung deterjen hasil dari kegiatan mencuci. Jika limbah cair *laundry* tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air dapat menyebabkan berbagai permasalahan lingkungan salah satunya yaitu terganggunya ekosistem perairan (Yunarsih, dkk., 2013).

Berbagai permasalahan lingkungan yang timbul akibat perbuatan manusia seperti yang tercantum pada surat Ar-Rum ayat 41:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

"Artinya: Telah nampak kerusakan di darat dan di lautan akibat perbuatan tangan (maksiat) manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)."

Dalam ayat tersebut dijelaskan bahwa Allâh Subhanahu wa Ta'ala menyatakan bahwa penyebab utama semua kerusakan yang terjadi di muka bumi adalah perbuatan yang dilakukan oleh manusia.

Dalam mengatasi permasalahan lingkungan yang timbul akibat adanya limbah cair *laundry* ini dapat menggunakan berbagai teknik pengolahan limbah cair *laundry* yaitu secara fisik, kimia, maupun biologi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Siahaan (2016) kandungan pada limbah cair *laundry* yang meliputi parameter BOD sebesar 130 mg/l, COD 356,8 mg/l, PO₄ sebesar 7,79 mg/l. Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Koespoetri dan Dangiran (2016) kandungan BOD sebesar 326 mg/l, COD 1157 mg/l, dan total fosfat sebesar

Salah satu teknik pengolahan limbah cair *laundry* yaitu dengan metode filtrasi. Filtrasi merupakan proses penyaringan partikel-partikel yang tidak terendapkan di sedimentasi menggunakan media berpori (Siregar, 2005). Penggunaan filter ini mampu menurunkan kandungan COD serta total fosfat dalam limbah cair *laundry*. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses filtrasi yaitu ukuran media filter, ketebalan media, temperatur, serta waktu kontak (Mahyudin, dkk., 2016).

Penelitian mengenai rancang bangun alat penyaring atau filter limbah cair laundry yang telah dilakukan oleh Setyobudiarsono (2014) dengan menggunakan media filter kombinasi pasir silika dan zeolit. Zeolit selain menjadi media filter juga berfungsi sebagai adsorban. Hasil penelitian menunjukkan penurunan parameter COD, TSS, dan warna tertinggi pada pompa yang bertekanan 2 bar. Semua konsentrasi parameter uji telah memenuhi baku mutu yang berlaku. Sedangkan penelitian yang dilakukan Gemala (2019) dengan media filter zeolit dan arang aktif menunjukkan hasil efisiensi removal TSS sebesar 41,75%, pH sebesar 1,08%, BOD sebesar 20%, dan fosfat sebesar 98,46%. Khusus untuk parameter COD mengalami peningkatan konsentrasi tetapi masih dibawah baku mutu.

identifikasi permasalahan yang terjadi yaitu: an jasa *laundry* menghasilkan limbah tidak sedikit dan belum mempunyai per *laundry* yang tidak diolah terlebih dah pat menyebabkan berbagai permasalahan

Masalah

latar belakang diatas dan identifikasi penelitian ini yang dapat diambil yaitu: rancang bangun filter limbah cair *laundry* kualitas limbah cair *laundry* sebelum ensi removal filter limbah cair *laundry* te Total fosfat, dan pH?

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas dan identifikasi masalah maka rumusan masalah dari topik penelitian ini yang dapat diambil yaitu:

1. Bagaimana rancang bangun filter limbah cair *laundry* skala rumah tangga?
2. Bagaimana kualitas limbah cair *laundry* sebelum dan sesudah dilakukan pengolahan?
3. Berapa efisiensi removal filter limbah cair *laundry* terhadap parameter BOD₅, COD, TSS, Total fosfat, dan pH?

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

- 3

1.5 Manfaat

Manfaat dari rancang bangun filter limbah cair *laundry* skala rumah tangga dengan menggunakan multimedia filter yaitu pasir silika, karbon aktif, dan *manganese greensand* yaitu:

1. Sebagai sarana meningkatkan ilmu pengetahuan, keterampilan, dan pengalaman terutama mengenai rancang bangun filter limbah cair *laundry* skala rumah tangga dengan menggunakan multimedia filter yaitu pasir silika, karbon aktif, dan *manganese greensand*.
2. Dapat membantu mengatasi permasalahan lingkungan yang timbul akibat adanya limbah cair *laundry*.
3. Sebagai alternatif pengolahan limbah cair *laundry* yang dapat diaplikasikan oleh pemilik jasa *laundry* agar hasil air olahannya dapat digunakan kembali untuk memenuhi kebutuhan non konsumsi.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian yang digunakan yaitu:

1. Rancang bangun *prototype* filter limbah cair *laundry* skala rumah tangga dengan multimedia filter yaitu pasir silika, karbon aktif, dan *manganese greensand*.
2. Mengukur kemampuan *removal* dengan menggunakan parameter berikut:
 - a. BOD₅ (*Biological Oxygen Demand*)
 - b. COD (*Chemical Oxygen Demand*)
 - c. TSS (*Total Suspended Solid*)
 - d. Total Fosfat
 - e. pH
3. Sampel air limbah yang digunakan adalah dari salah satu pemilik jasa *laundry* di daerah Porong, Sidoarjo
4. Perhitungan debit pengolahan, kebutuhan pompa, dimensi unit, kebutuhan media, dan kebutuhan pipa

TINJAUAN PUSTAKA

Tabel 2.1 Kualitas Limbah Cair *Laundry*

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu
BOD ₅	mg/l	130,0	74
COD	mg/l	358,6	100
Zat Padat Terlarut	mg/l	252	150
pH	-	6,6	6,0 – 9,0
PO ₄	mg/l	7,79	2
Deterjen	mg/l	21,945	-

Sumber: Siahaan, 2016

2.2 Baku Mutu Limbah Cair *Laundry*

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan no.5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah dalam lampiran X yaitu Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Sabun, Deterjan, dan Produk-Produk Nabati disajikan pada **Tabel 2.2.**

Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Sabun, Deterjen, dan Produk-Produk Nabati

Parameter	Kadar Paling Tinggi (mg/l)	Beban Pencemaran Paling Tinggi (kg/ton)		
		Sabun	Minyak Nabati	Deterjen
BOD ₅	75	0,60	1,88	0,075
COD	180	1,44	4,50	0,180
TSS	60	0,48	1,50	0,06
Minyak dan Lemak	15	0,120	0,375	0,015
Fosfat (PO ₄)	2	0,016	0,05	0,002
MBAS	3	0,024	0,075	0,003
pH		6,0 – 9,0		
Debit Limbah Paling Tinggi Sabun		8 m ³ per ton produk sabun	25 m ³ per ton produk minyak nabati	1 m ³ per ton produk deterjen

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan no 5, 2014

Catatan:

1. Kadar paling tinggi untuk setiap parameter pada tabel diatas dinyatakan dalam miligram per liter air limbah

- una untuk menghilangkan bahan-bahan yang masih tersisa setelah pengolahan biologi. Media filtrasi memiliki fungsi yaitu pada proses baik tersuspensi atau koloid dari fluida. Media padat, kandungan bakteri, dapat menyerap logam besi (Fe) dan mangan (Mn). Beberapa faktor yang mempengaruhi efisiensi penyaringan yaitu: suhu, semakin bagus kualitas air baku maka efisiensi penyaringannya akan semakin tinggi. Suhu antara 20-30°C, suhu ini dapat mempengaruhi efisiensi penyaringan yang berpengaruh pada material penyaring. Suhu juga berpengaruh pada pemisahan bahan-bahan tersuspensi. Kecepatan aliran juga berpengaruh dalam efisiensi penyaringan. Diameter penyaringan dapat mempengaruhi efisiensi penyaringan.

Filtrasi merupakan suatu proses pengolahan air dengan mengalirkan air melewati susunan media filter dari bahan-bahan butiran dengan tebal dan diameter tertentu yang berguna untuk menghilangkan bahan-bahan terlarut dan tak terlarut (*biological floc*) yang masih tersisa setelah pengolahan biologis (Pandingangan & Arianto, 2018). Alat filtrasi memiliki fungsi yaitu pada proses pemisahan zat padat kasar maupun halus baik tersuspensi atau koloid dari fluida melalui media berpori, serta meremoval zat padat, kandungan bakteri, dapat menghilangkan warna, rasa, serta bau, dan juga besi (Fe) dan mangan (Mn). Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi tingkat efisiensi penyaringan yaitu:

- baku, semakin bagus kualitas air baku penyaringannya
- /suhu diantara $20-30^{\circ}\text{C}$, suhu ini dapat mempengaruhi yang berpengaruh pada ma
- garuh pada pemisahan bahan-bahan ters
- utiran juga berpengaruh dalam efflu
- ecil diameter penyaringan dapat m
- (Widyastuti & Sari, 2011). Berikut m
- disajikan dalam **Gambar 2.1**.

terdiri dari pipa manifold, lateral, dan orifice (Widyastuti & 2011).

2 Macam-macam Filter Berdasarkan Arah Alirannya

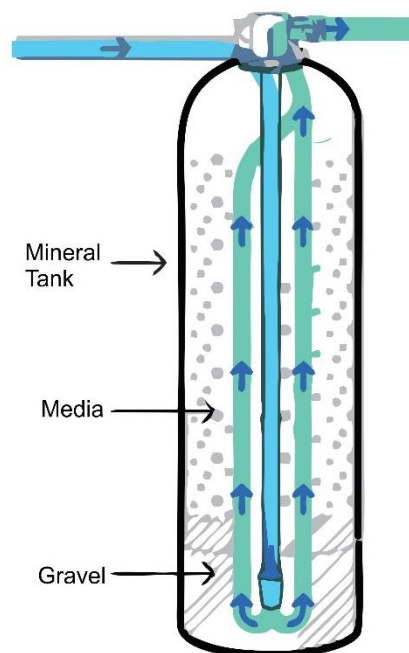
A. Filter *Up Flow*

Filtasi dengan aliran *up flow* merupakan aliran filter dari bawah ke atas. Filtrasi sistem *up flow* dapat menghilangkan zat besi, mangan, warna, kekeruhan, amonia serta polutan organik (Artiyasa & Firmansyah, 2016). Sistem *up flow* memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari sistem *up flow* adalah mudah dalam pencucian media filter karena pencucian terjadi secara alami (*backwash*), sedangkan kekurangan dalam sistem ini adalah rumit dalam pengaturan tekanan khusus untuk bisa mengalirkan air ke arah atas. Berikut merupakan gambar filter dengan aliran *up flow* disajikan dalam **Gambar 2.2**.

2.3.2 Macam-macam Filter Berdasarkan Arah Alirannya

A. Filter *Up Flow*

Filtasi dengan aliran *up flow* merupakan aliran filter dari bawah ke atas. Filtrasi sistem *up flow* dapat menghilangkan zat besi, mangan, warna, kekeruhan, amonia serta polutan organik (Artiyani & Firmansyah, 2016). Sistem *up flow* memiliki kelebihan serta kekurangan. Kelebihan dari sistem *up flow* adalah mudah dalam pencucian media filter karena pencucian terjadi secara alami (*backwash*), sedangkan kekurangan dalam sistem ini adalah lebih rumit dalam pengaturan tekanan khusus untuk bisa mengalirkan air ke arah atas. Berikut merupakan gambar filter dengan aliran *up flow* disajikan dalam **Gambar 2.2.**

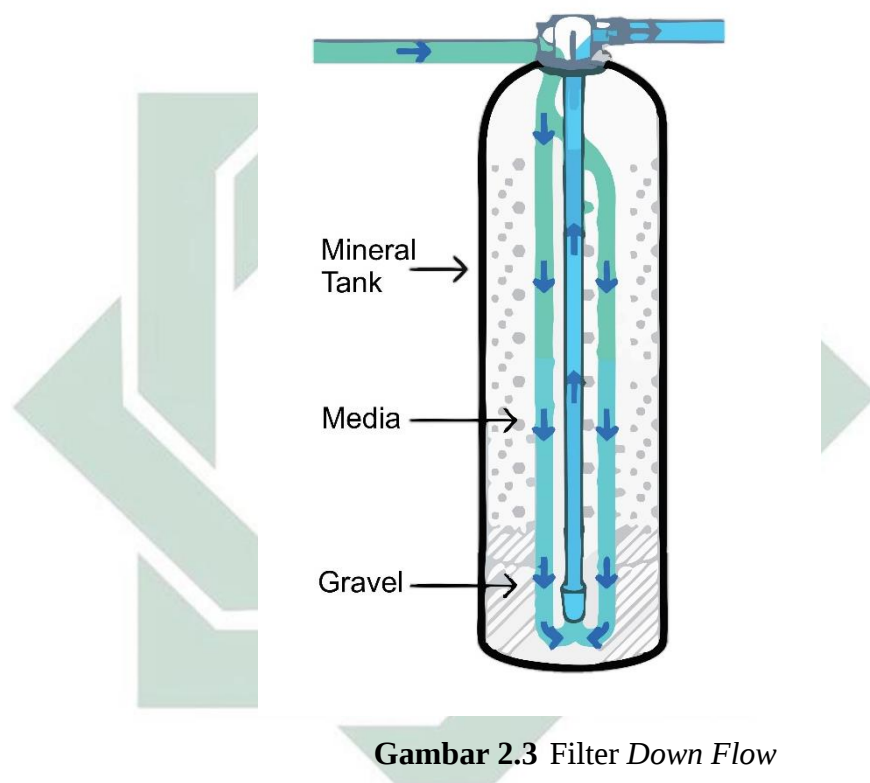


Gambar 2.2 Filter *Up Flow*

Sumber: <http://www.purewateroccasional.net/>

B. Filter *Down Flow*

Filtrasi dengan aliran *down flow* merupakan aliran filter yang melewati media filter dari atas menuju ke bawah. Sistem ini sering dipakai karena tidak perlu mengatur tekanan seperti pada sistem *up flow*. Pencucian media filter pada sistem ini dilakukan secara manual dengan tenaga manusia (Febiary, 2016). Berikut merupakan gambar filter dengan aliran *down flow* disajikan pada **Gambar 2.3**.



Sumber: <http://www.purewateroccasional.net/>

2.4 Media Filter

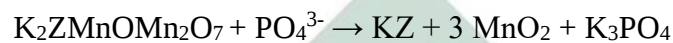
2.4.1 Pasir Silika

Pasir silika atau pasir kuarsa merupakan hasil pelapukan batuan yang mengandung mineral utama, seperti kuarsa dan *feldspar* (Mahyudin, dkk., 2016). Pada saringan tahap awal biasanya menggunakan media filter pasir silika yang berfungsi untuk menghilangkan sifat fisik air, seperti kekeruhan dan bau dengan cara memisahkan polutan padat tersuspensi dalam air

2.4.3 Manganese Greensand

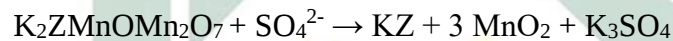
Manganese Greensand merupakan zeolit yang telah dimodifikasi dengan penambahan senyawa mangan lima kali lebih banyak. Nilai densitas *manganese greensand* yaitu 1,36157 gr/cm³. Kandungan mangan ini dapat mengikat ion fosfat yang terkandung dalam limbah cair *laundry* (Lavinia, dkk., 2016). Kandungan fosfat dalam air dapat dipisahkan dengan pengendapan dan penaringan. Berikut adalah hasil reaksinya:

1. Reaksi penyerapan fosfat oleh *Manganese Greensand*



Pada reaksi tersebut terjadi pengikatan ion fosfat dengan *manganes greensand* yaitu ion negatif fosfat diikat oleh ion positif kalium (K^+).

- ## 2. Reaksi Penyerapan COD oleh *Manganese Greensand*



Pada reaksi tersebut terjadi pengikatan ion pada media *manganese greensand* yaitu pengikatan ion negative (SO_4^{2-}) oleh ion positif kalium (K^+) (Lavinia dkk., 2016).

Berikut merupakan gambar *manganese greensand* disajikan pada **Gambar 2.6.**



Gambar 2.6 Manganese Greensand

Sumber: <https://Inviro.co.id>

2.4.4 Kerikil Sebagai Media Penyangga

Kerikil digunakan sebagai media penyangga serta dapat menyaring partikel kasar yang ada dalam air limbah. Kerikil merupakan butiran batu besar, ukurannya lebih besar dari pada pasir. Fungsi kerikil pada filter yaitu sebagai celah atau ruang kosong agar air dapat mengalir melalui lubang bawah (Pinem, 2019).

2.5 Kriteria Desain Unit Filtrasi

Kriteria desain menjelaskan tentang peraturan-peraturan, standart yang digunakan sebagai acuan perencanaan suatu unit agar dalam perakitan dan uji kinerjanya dapat sesuai dengan apa yang diharapkan. Berikut kriteria desain filter pasir cepat dan filter pasir lambat pada **Tabel 2.3**, dan kriteria perencanaan media filter air limbah dapat dilihat pada **Tabel 2.4**.

Tabel 2.3 Kriteria Desain Filter Pasir Cepat dan Filter Pasir Lambat

Kriteria	Filter Pasir Cepat	Filter Pasir Lambat
Kecepatan Filtrasi	4 – 21 m/jam	0,1 – 0,4 m/jam
Ukuran bed	Kecil, 40 – 400 m ²	Besar, 2000 m ²
Kedalaman bed	30 – 45 cm kerikil, 60-60 cm pasir, tidak berkurang saat pencucian	30 cm kerikil, 90 – 100 cm pasir, berkurang 50 – 80 cm saat pencucian
Ukuran pasir	Effective size >0,55mm, uniformity coefficient <1,5	Effective size 0,25 – 0,3 mm, uniformity coefficient 2-3
Distribusi ukuran media	Terstratifikasi	Tidak terstratifikasi
Sistem underdrain	Pipa lateral berlubang yang mengalirkan air ke pipa utama	Sama dengan filter cepat atau batu kasar dan beton berlubang sebagai saluran udara
Kehilangan energi	30 cm saat awal, hingga 275 cm saat akhir	6 cm saat awal, hingga 120 cm saat akhir
Filter run (jarak waktu pencucian)	Mengangkat kotoran dan pasir ke atas dengan backwash	Mengambil lapisan pasir di permukaan dan mencucinya
Jumlah air untuk pembersihan	1 – 6% dari air tersaring	0,2 – 0,6% dari air tersaring

D_{media} : diameter rata-rata terpilih (m)

Tabel 2.5 Faktor Bentuk dikaitkan dengan porositas media

Deskripsi	Sphericity (φ)	Porositas (ε)
Bulat sempurna	1,00	0,38
Bulat	0,98	0,38
Gompal	0,94	0,39
Tajam/bergerigi	0,81	0,40
Bersudut-sudut	0,78	0,43
Remuk	0,70	0,46

Sumber: Darmasetiawan, 2001

2.5.4 Efisiensi *Removal Filter*

Perhitungan efisiensi *removal* dapat dihitung dengan **Persamaan 2.5** berikut:

$$\text{Efisiensi} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana,

A: konsentrasi sebelum pengolahan

B: kosentrasi sesudah pengolahan

2.6 Penelitian Terdahulu

Terdapat banyak penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh beberapa peneliti terkait dengan topik yang disajikan dalam **Tabel 2.6**.

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu

No	Jurnal Penelitian	Pengarang dan Tahun	Hasil Penelitian
1	Rancang Bangun Alat Penjernih Air Limbah Cair <i>Laundry</i> Dengan Menggunakan Media Penyaring Kombinasi Pasir – Arang Aktif	Setyobudiarso & Yuwono, 2014	Metode dengan pengolahan filtrasi pasir aktif, adsorpsi dengan karbon aktif, dan gabungan filtrasi pasir aktif dan karbon aktif dapat menurunkan tingkat kekeruhan hingga memenuhi baku mutu yang berlaku.

No	Jurnal Penelitian	Pengarang dan Tahun	Hasil Penelitian
2	Rancang Bangun Alat Penyaringan Air Limbah <i>Laundry</i>	Gemala & Oktarizal, 2019	Metode pengolahan filtrasi dengan media penyaringan zeolite dan arang aktif dapat menurunkan kadar fosfat hingga 98,46%.
3	Perbedaan Efektivitas Zeolit dan Manganese Greensand untuk Menurunkan Kadar Fosfat dan Chemical Oxygen Demand Limbah Cair “ <i>Laundry Zone</i> ” di Tembalang	Lavinia, D. L., Sulistiyani, & Rahardjo, M., 2016	Penurunan kadar fosfat dan COD yang efektif yaitu dengan zeolite yang berdiameter 0,25 mm dengan nilai rata-rata penurunan fosfat sebesar 73,30% dan COD sebesar 71,68%.
4	Efektivitas Penggunaan Karbon Aktif Pada Penurunan Kadar Fosfat Limbah Cair Usaha <i>Laundry</i> di Kota Parepare Sulawesi Selatan	Majid, M., Amir, R., Umar, R., & Hengky, H. K, 2017	Penurunan kadar fosfat yang efektif yaitu dengan penambahan karbon aktif sebanyak 3 gr dapat menurunkan kadar fosfat sebesar 65,86% untuk pengulangan pertama dan 62,04% untuk pengulangan kedua. Semakin tinggi konsentrasi karbon aktif yang digunakan semakin rendah kadar fosfat yang tereduksi.
5	Kajian Pengolahan Air Limbah <i>Laundry</i> dengan Metode Adsorpsi Karbon Akrif serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan <i>Azzola</i>	Adiastuti, F. E., & Ratih, Y. W., 2018	Penambahan karbon aktif untuk proses adsorpsi limbah cair laundry dapat menurunkan polutan BOD, COD, dan kadar deterjen/surfaktan dapat berkurang.
6	Application of Activated Carbon and Natural Zeolite for Phosphate Removal From Laundry Waste	Agustina, T. E., Faizal, M., & Aprianti, T., 2014	Penurunan kadar fosfat tertinggi sebesar 90% dengan menggunakan zeolit alami dengan ketinggian media 40 cm dan ukuran media 10 mesh.
7	The Use Of Silica Sand, Zeolite And Active Charcoal To Reduce Bod, Cod And Tss Of Laundry Waste Water As A	Assiddieq, M., Darmayani, S., & Kudonowarso, W, 2017	Penggunaan media filter pasir silika, zeolite, dan karbon aktif sekaligus dapat menurunkan kadar BOD, COD, dan TSS masing-masing sebesar

BAB III

3.1 Umum

Pada rancang bangun ini akan dibuat filter limbah cair *laundry* skala rumah tangga dengan tujuan untuk dapat mengatasi permasalahan lingkungan yang timbul akibat adanya limbah ini. Teknik pengolahan yang digunakan adalah filter dengan menggunakan multimedia filter yaitu pasir silika, karbon aktif, dan *manganese greensand*. Teknik pengolahan ini berfungsi untuk menyaring limbah cair yang hasil air olahannya nanti diharapkan telah sesuai baku mutu limbah cair domestik peraturan yang berlaku. Dalam penelitian ini akan dilakukan perhitungan kapasitas produksi dan kemampuan removal filter limbah cair *laundry* terhadap parameter limbah yang diujikan.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Rencana penelitian “Rancang Bangun Filter Limbah Cair *Laundry* Skala Rumah Tangga dengan Menggunakan Multimedia Filter” dilaksanakan pada bulan Januari 2020 sampai dengan Juni 2020. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan di beberapa tempat yaitu:

1. Laboratorium Mandiri
2. Laboratorium Integrasi UIN Sunan Ampel Surabaya
3. Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Balai Riset Standarisasi Industri Surabaya

3.3 Variabel Penelitian

Adapun variabel penelitian yang berjudul Rancang Bangun Filter Limbah Cair *Laundry* Skala Rumah Tangga dengan Menggunakan Multimedia Filter ini sebagai berikut:

- a. Variabel Terikat
- Kosentrasi BOD (*Biological Oxygen Demand*)
 - Kosentrasi COD (*Chemical Oxygen Demand*)

3. Pengolahan air limbah dengan proses filtrasi
4. Pengolahan limbah *laundry* dengan media filter berupa pasir silika, karbon aktif, *manganese greensand*

3.5.3 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data yang relevan dan lengkap agar dalam penelitian skala Laboratorium ini dapat sesuai dengan skala lapangan. Pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder:

a. Data Primer

Untuk mendapatkan data primer dilakukan survey lapangan, pengamatan, dan wawancara. Survey dilakukan untuk mengetahui debit limbah cair *laundry* yang dihasilkan selama satu hari. Didapatkan data rata-rata debit air limbah cair *laundry* yaitu $\pm 80 - 100$ liter/hari dengan mencuci pakaian rata-rata 15-20 kg pakaian dalam sehari. Data tersebut diperoleh dari pemilik jasa *laundry*.

b. Data Sekunder

Data sekunder yang dibutuhkan yaitu peraturan-peraturan terkait baku mutu limbah cair *laundry* yang meliputi Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.

3.5.4 Rancangan Reaktor Filter Limbah Cair *Laundry* Skala Rumah Tangga

Perancangan reaktor filter dengan perhitungan matematis dimensi unit reaktor yang direncanakan serta penggambaran secara detail setiap bagiannya. Perhitungan meliputi dimensi unit, kebutuhan pipa, kebutuhan pompa, dan kebutuhan media filter. Gambar desain unit dilakukan dengan *software autocad 2017* dengan skala yang telah disesuaikan. Hasil gambar desain ini dapat digunakan sebagai acuan dalam proses pembuatan reaktor. Adapun rancangan *prototype* reaktor filter dilihat pada **Gambar 3.2**, sketsa rancangan

Keterangan

-  = Spons
-  = Pasir Silika
-  = Karbon Aktif
-  = Manganese Greensand
-  = Kerikil
- A = Bak Penampungan Awal
- B = Bak Penampungan Kedua
- C = Bak Penampungan Hasil Olahan
- 1,2,3 = Ball Valve

Sumber: Penulis, 2020

Gambar 3.3 Sketsa Rancangan *Prototype* Reaktor Filter

Sumber: Penulis, 2020

Gambar 3.4 Diagram Alir Pengolahan

3.5.5 Persiapan Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagaimana yang disajikan dalam **Tabel 3.1** dan **Tabel 3.2** berikut:

Tabel 3.1 Alat yang digunakan dalam penelitian

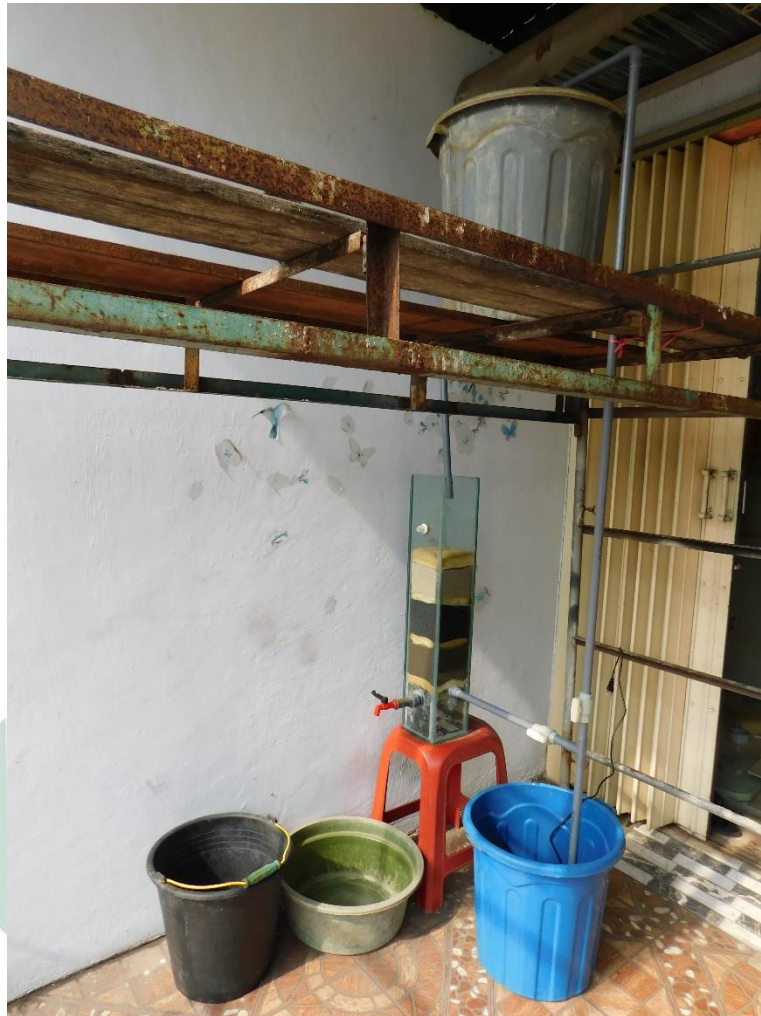
No	Alat	Kegunaan	Spesifikasi
1	Jirigen	Sebagai wadah sampel air limbah	Kapasitas 25 liter
2	Box Es	Sebagai penyimpanan sampel sementara	
3	Kertas Label	Untuk memberi label pada setiap sampel	
4	Perkakas	Sebagai alat bantu pembuatan reaktor	



An aerial photograph of a densely populated residential area. The houses are closely packed, with various roof colors including brown, grey, and red. A yellow pushpin is placed on the image, pointing to a specific location. The text "Titik Pengambilan Sampel" is written in black next to the pin. A road is visible on the left side of the image, curving around the residential block.

Sumber: Google Maps, 2020

Pada tahap ini dilakukan proses pengerjaan pembuatan reaktor filter limbah *laundry* skala rumah tangga yang mengacu pada gambar desain perancangan yang telah dibuat sebelumnya (**Gambar 3.2**). Berikut merupakan gambar *prototype* reaktor filter yang telah siap digunakan dapat dilihat pada **Gambar 3.6**



Gambar 3.6 *Prototype* Reaktor Filter Yang Telah Siap Digunakan

Sumber: Dokumentasi Penulis, 2020

3.5.7 Pelaksanaan Penelitian (*Running Prototype Reaktor*)

Proses *running* dilakukan ketika alat sudah siap digunakan. Sebelum itu dilakukan *balancing valve* pada *prototype* reaktor untuk mengkonstantkan debit aliran serta alat tersebut di cek kebocorannya. Saat menkonstantkan debit aliran dicari terlebih dahulu debit optimum pengolahan. Setelah debit optimum pengolahan didapatkan, kemudian barulah dilakukan pengolahan pada limbah cair *laundry*. Dengan mengalirkan limbah cair *laundry* pada bak penampungan yang dipompakan menuju bak yang diletakkan ± 165 cm dari tanah. Setelah dari bak tersebut kemudian limbah cair *laundry* dialirkan

menuju *prototype* reaktor filter dengan cara gravitasi. *Running* reaktor dilakukan selama 1,5 jam. Hasil akhir dari filtrasi tersebut dilakukan pengujian di laboratorium untuk mengetahui konsentrasi parameter uji air limbah setelah dilakukan proses pengolahan. Sampel hasil olahan diambil dengan rentang waktu pengambilan 0 menit, 30 menit, 60 menit, dan 90 menit.

3.5.8 Analisa BOD₅, COD, TSS, Total Fosfat dan pH limbah cair laundry awal dan sesudah diolah

Pengujian pada limbah cair *laundry* sebelum pengolahan, serta hasil effluen setelah penyaringan. Pengujian laboratorium dilakukan secara bersamaan agar dapat lebih efektif dan efisien. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Baristand Industri Surabaya. Pengujian BOD₅ (*Biological Oxygen Demand*) mengacu pada SNI 06-6989.11-2009 tentang Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biological Oxygen Demand*, BOD) yang dapat dilihat pada **Lampiran 2**. Pengujian COD (*Chemical Oxygen Demand*) menggunakan metode spektrofotometri mengacu pada SNI 06-6989.2-2009 tentang Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) Refluks Terbuka dengan Refluks Tertutup secara Trimetri yang dapat dilihat pada **Lampiran 3**. Pengujian TSS (*Total Suspended Solid*) menggunakan metode *gravimetric* mengacu pada SNI 06-6989.3-2004 tentang Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid*, TSS) Secara Gravimetri yang dapat dilihat pada **Lampiran 4**. Pengujian total fosfat menggunakan metode asam vanadomolybdophosphoric 4500-PC sesuai dengan *Standart Methods* edisi no 23 tahun 2017 bagian 4500-P.C pada **Lampiran 5**. Dilakukan pula pengujian parameter tambahan yaitu parameter pH. Pengujian pH menggunakan pH meter digital sesuai dengan SNI 6989.11:2019 pada **Lampiran 6**.

3.5.9 Hasil dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan analisa dan pembahasan terhadap hasil effluen reaktor filter dari data pengamatan dan pengujian laboratorium terhadap parameter limbah yang diuji. Hasil pembahasannya berupa grafik agar dapat mudah dipahami dan dapat diketahui efisiensi removal tiap parameter uji. Dilakukan pula perbandingan hasil effluen dengan baku mutu yang berlaku dan perhitungan *headloss* media filter. Juga dilakukan evaluasi perbaikan reaktor filter dan pembuatan SOP (*Standart Operational Prosedure*) terkait pengoperasian alat dan pemeliharannya, agar nantinya pengguna dapat menggunakan alat ini dengan baik dan benar. Serta kriteria desain reaktor dan pembuatan RAB (Rencana Anggaran Biaya) reaktor sebagai acuan masyarakat atau pengguna dalam menerapkan teknik pengolahan limbah ini.

3.5.10 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan diperoleh berdasarkan hasil analisis dan pembahasan sesuai dengan tujuan penelitian. Sedangkan saran merupakan hal-hal yang perlu ditindaklanjuti dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ide penelitian ini didapatkan ketika penulis melihat saluran *drainase* yang berwarna abu-abu kehitaman, berbusa, serta keruh dan sedikit dijumpai aktivitas biota air di dalamnya akibat pembuangan limbah cair *laundry*. Limbah laundry mengandung BOD₅, COD, fosfat yang terlalu tinggi. Menurut Sulistyorini, dkk (2016) keberadaan BOD yang tinggi dalam suatu perairan mengindikasikan bahwa perairan tersebut tercemar oleh bahan organik (tumbuhan dan hewan) yang telah mengalami proses pembusukan, sehingga organisme air memerlukan oksigen yang lebih besar untuk dapat mendegradasi bahan organik tersebut. Sedangkan keberadaan nilai COD yang tinggi dalam suatu badan air mengindikasikan bahwa bahan pencemar organik dalam jumlah tinggi baik jumlah mikroorganisme pathogen maupun non pathogen. Serta keberadaan fosfat yang terlalu tinggi dalam air limbah dapat terikat pada suatu partikel tanah dan terikat dengan bahan kimia yang lainnya (Aliaman, 2017). Menurut Wimppeny, dkk (2000) fosfat merupakan senyawa ionik yang dapat terikat dengan darah yang dapat menyebabkan penggumpalan darah. Hal ini dapat terjadi pada manusia apabila asupan makanan ataupun minumannya yang mengandung konsentrasi fosfat terlalu tinggi. Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dengan adanya filter limbah cair *laundry* skala rumah tangga diharapkan dapat memperbaiki kualitas lingkungan.

4.1 Perhitungan Debit dan Dimensi *Prototype* Reaktor Filter

Perhitungan debit dan dimensi *Prototype* Reaktor Filter disesuaikan dengan debit yang ada lapangan kemudian diaplikasikan dalam bentuk *prototype* dan diuji keberhasilannya.

4.1.1 Perhitungan debit air limbah

Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik *laundry* debit air limbah setiap harinya yaitu sebesar 80-100 liter/hari. Direncanakan waktu operasi unit

$$\begin{aligned} Q &= \frac{Q \text{ perhari}}{\text{waktu operasi}} \\ &= \frac{100 \text{ liter/hari}}{2 \text{ jam/hari}} \\ &= 50 \text{ liter/jam} \end{aligned}$$

4.1.2 Unit Bak Penampungan

A photograph showing two large, cylindrical trash cans. The one on the left is blue with a dark blue lid and a small blue handle. The one on the right is grey with a grey lid. They are both sitting on a floor made of brown and tan square tiles. In the background, there is a white wall and a window with a white frame.

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020

Pada penelitian ini dibutuhkan pompa untuk mengalirkan limbah cair *laundry* dari bak penampungan kedua ke *prototype* filter. Perhitungan kebutuhan pompa sebagai berikut:

- V asumsi = 1 m/det (Ubaedilah, 2017)
- Jumlah pompa = 1 buah

- Q pompa
 - = 50 liter/jam
 - = 0,05 m³/jam
 - = 0,000014 m³/det
- Luas Penampang
 - = $\frac{Q}{v} = \frac{0,000014 \text{ m}^3/\text{det}}{1 \text{ m}/\text{det}}$
 - = 0,000014 m²
- Diameter Pipa
 - = $\left(\frac{A \times 4}{3,14}\right)^{0,5}$
 - = $\left(\frac{0,000014 \times 4}{3,14}\right)^{0,5}$
 - = 0,004 m
 - = 4 mm

Dari hasil perhitungan tersebut diameter pipa diperoleh 4 mm, diameter tersebut terlalu kecil dan tidak mungkin untuk diterapkan, sehingga akan dipilih diameter pipa pasaran merk AW dengan ukuran diameter 1/2" atau 20 mm diameter luar, 16 mm diameter dalam.

34

- Perhitungan Head Pompa

Direncanakan sisa tekan 0,5 m (asumsi)

$$\begin{aligned}\text{Head pompa tekan} &= \text{head statis} + \text{head sistem} + \text{sisal tekan} \\ &= 1\text{m} + 0,036\text{ m} + 0,5\text{m} \\ &= 1,36\text{ m}\end{aligned}$$

Dari perhitungan tersebut maka pompa yang dipilih yaitu pompa dengan kekuatan hisap diatas 1,36 m, maka spesifikasi pompa yang dipilih:

Submersible water pump *Armada PSP 2300*

Tegangan AC = 220-240V

Daya = 45 watt

Air flow/output = 2500 L/jam

High Max = 2,5m

Berikut gambar pompa yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam

Gambar 4.2



Gambar 4.2 Submersible Pump

Sumber: Dokumentasi Pribadi,2020

4.1.4 Perhitungan Dimensi Unit dan Kebutuhan Media Filter

Perhitungan dimensi unit dapat dilakukan dengan mengetahui beberapa hal yaitu debit air limbah, dan kecepatan filtrasi (V filtrasi). Kecepatan filtrasi

Tabel 4.1 Kedalaman Unit Filter

No	Kedalaman	Ukuran (m)
1	Freebord	0,15
2	Tebal media pasir silica	0,10
3	Tebal media karbon aktif	0,10
4	Tebal media <i>manganes</i> <i>greensand</i>	0,10
5	Total tebal spons sebagai sekat antar media	0,12
6	Ketinggian air diatas media	0,08
7	Tebal media penyangga	0,15
Total		0,8

Sumber: Analisa Penulis,2020

Dari hasil perhitungan diatas maka dimensi *prototype* filter yaitu:

P = 15 cm

$$L = 15 \text{ cm}$$
$$T = 80 \text{ cm}$$

Berdasarkan **Tabel 4.1** maka kebutuhan media filter sebagai berikut:

Tabel 4.2 Kebutuhan Media Filter

No	Bahan	Ketebalan Media (cm)	Berat (kg)
1.	Pasir Silika	10	1,900
2.	Karbon Aktif	10	1,205
3.	<i>Manganese Greensand</i>	10	1,805
4.	Media Penyangga		
	Ø 4 – 5 mm	5	1,575
	Ø 10 – 20 mm	10	3,255
	Total	45	9,740

Sumber: Hasil Analisa, 2020

Tabel 4.2 tentang kebutuhan media filter tersebut merupakan hasil penimbangan bahan media filter yang digunakan. Berikut proses penimbangan bahan media filter disajikan dalam **Gambar 4.3**

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020

Proses pembuatan *prototype* reaktor filter ini dilakukan di laboratorium pribadi penulis dan di Laboratorium Integrasi UIN Sunan Ampel Surabaya tepatnya di *Physical, Chemical, and Environment Laboratory* selama ± 1 bulan terhitung dari proses persiapan alat dan bahan sampai dengan *prototype* siap digunakan. Untuk melihat proses persiapan sampai *prototype* siap digunakan dapat dilihat pada **Lampiran 8**.

Pengambilan sampel limbah *laundry* diambil dari Green Laundry yang beralamatkan di Jl. Pemuda RT 14 RW 04, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo. Lokasinya cukup dekat dengan Laboratorium pribadi penulis yaitu berjarak 1 km. Pengambilan sampel sesuai SNI 6989:2008 (**Lampiran 1.**). Berikut gambar proses pengambilan sampel langsung dari pipa pembuangan disajikan

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020



Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020

Sebelum *prototype* siap digunakan untuk memfilter limbah *laundry* terlebih dahulu di cek terkait kebocoran alat dengan mengalirkan air bersih menuju

menuju *prototype* reaktor filter diukur dengan gelas ukur per 100 ml dan stopwatch.

Percobaan mencari debit optimum pengolahan dilakukan sebanyak 5 kali. Pertama dialirkan debit sebesar 20 ml/detik, kedua dialirkan debit sebesar 30 ml/detik, ketiga dialirkan debit sebesar 50 ml/detik, keempat dialirkan debit sebesar 80 ml/detik dan terakhir di uji cobakan debit terbesar dengan bukaan penuh sebesar 100 ml/dt. Hasil menunjukkan bahwa debit optimum pengolahan adalah 30 ml/detik. Pada percobaan debit 30 ml/detik, 50 ml/detik, 80 ml/detik dan 100 ml/detik terjadi kelebihan kapasitas sehingga banyak air limbah yang tertampung dan keluar melalui pipa *overflow*. Kelebihan kapasitas terjadi pada menit ke-1 untuk debit 30ml/detik, menit ke-5 untuk debit 50ml/detik, menit ke-3 untuk debit 80ml/detik, dan menit ke-2 untuk debit 100ml/detik. Setelah dilakukan percobaan dan menemukan debit optimum pengolahan serta sudah *balance* ($Q_{in} = Q_{effluent}$), dilakukan penandaan pada valve agar pada saat *running* tidak perlu dilakukan pengukuran debit secara berulang-ulang. Setelah selesai dilakukan *running* reaktor dan sampel diambil ada menit ke-0 serta pada menit ke-30, menit ke-60, dan menit ke-90 sebagai sampel untuk analisis. Berikut ini merupakan gambar proses pencarian debit optimum yang disajikan dalam **Gambar 4.7**

menuju *prototype* reaktor filter diukur dengan gelas ukur per 100 ml dan stopwatch.

Percobaan mencari debit optimum pengolahan dilakukan sebanyak 5 kali. Pertama dialirkan debit sebesar 20 ml/detik, kedua dialirkan debit sebesar 30 ml/detik, ketiga dialirkan debit sebesar 50 ml/detik, keempat dialirkan debit sebesar 80 ml/detik dan terakhir di uji cobakan debit terbesar dengan bukaan penuh sebesar 100 ml/dt. Hasil menunjukkan bahwa debit optimum pengolahan adalah 30 ml/detik. Pada percobaan debit 30 ml/detik, 50 ml/detik, 80 ml/detik dan 100 ml/detik terjadi kelebihan kapasitas sehingga banyak air limbah yang tertampung dan keluar melalui pipa *overflow*. Kelebihan kapasitas terjadi pada menit ke-1 untuk debit 30ml/detik, menit ke-5 untuk debit 50ml/detik, menit ke-3 untuk debit 80ml/detik, dan menit ke-2 untuk debit 100ml/detik. Setelah dilakukan percobaan dan menemukan debit optimum pengolahan serta sudah *balance* ($Q_{in} = Q_{effluent}$), dilakukan penandaan pada valve agar pada saat *running* tidak perlu dilakukan pengukuran debit secara berulang-ulang. Setelah selesai dilakukan *running* reaktor dan sampel diambil ada menit ke-0 serta pada menit ke-30, menit ke-60, dan menit ke-90 sebagai sampel untuk analisis. Berikut ini merupakan gambar proses pencarian debit optimum yang disajikan dalam **Gambar 4.7**



Gambar 4.7 Proses Pencarian Debit Optimum Pengolahan

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020

x

$= 1,38 \text{ jam}$

hasil perhitungan dapat diketahui bahwa 100 liter/hari dibutuhkan waktu selama 1,38 jam.

Kualitas Influen dan Effluen

Kualitas influen dan effluent *prototype* air limbah yaitu BOD₅, COD, TSS, dan pH. Pendukung. Analisis kualitas influen dan effluent dilakukan dengan menggunakan alat uji Baristand Industri tanggal 16 April 2020. Sampel hasil olahan air limbah dibawa ke laboratorium pengujian. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa kualitas air limbah melebihi 2 jam waktu penyimpanan dalam lemari pendingin (SNI 6989.72:2009). Hasil la

20.

x

$= 1,38 \text{ jam}$

hasil perhitungan dapat diketahui bahwa 00 liter/hari dibutuhkan waktu selama

Kualitas Influen dan Effluen

Analisis kualitas influen dan effluent *prototype* air limbah yaitu BOD₅, COD, TSS, dan pendukung. Analisis kualitas influen dan effluent dilakukan dengan menggunakan Kalibrasi Baristand Industri tanggal 16 April 2020. Sampel hasil olahan air limbah dibawa ke laboratorium pengujian. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa kualitas air limbah melebihi 2 jam waktu penyimpanan dalam pendinginan (SNI 6989.72:2009). Hasil la

20.

x

$= 1,38 \text{ jam}$

hasil perhitungan dapat diketahui bahwa 100 liter/hari dibutuhkan waktu selama 1,38 jam.

Kualitas Influen dan Effluen

Kualitas influen dan effluent *prototype* air limbah yaitu BOD₅, COD, TSS, dan pH. Pendukung. Analisis kualitas influen dan effluent dilakukan dengan menggunakan alat uji Baristand Industri dengan tanggal 16 April 2020. Sampel hasil olahan air limbah dibawa ke laboratorium pengujian. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa kualitas air limbah melebihi 2 jam waktu penyimpanan dalam pendinginan (SNI 6989.72:2009). Hasil la

20.

x

$= 1,38 \text{ jam}$

hasil perhitungan dapat diketahui bahwa 00 liter/hari dibutuhkan waktu selama 1

Kualitas Influen dan Effluen

analisis influen dan effluent *prototype* air limbah yaitu BOD₅, COD, TSS, dan pendukung. Analisis kualitas influen dan effluen dilakukan dengan menggunakan alat uji Baristand Industri tanggal 16 April 2020. Sampel hasil olahan limbah dibawa ke laboratorium pengujian. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa limbah tidak melebihi 2 jam waktu penyimpanan dalam pendinginan (SNI 6989.72:2009). Hasil la

20.

x

$= 1,38 \text{ jam}$

hasil perhitungan dapat diketahui bahwa 00 liter/hari dibutuhkan waktu selama 1

Kualitas Influen dan Effluen

ualitas influen dan effluent *prototype* r air limbah yaitu BOD₅, COD, TSS, dan pendukung. Analisis kualitas influen gujian dan Kalibrasi Baristand Industri ggal 16 April 2020. Sampel hasil olaha awa ke laboratorium pengujian. Hal melebihi 2 jam waktu penyimpanan ndingin (SNI 6989.72:2009). Hasil la 20.

x

$= 1,38 \text{ jam}$

hasil perhitungan dapat diketahui bahwa 00 liter/hari dibutuhkan waktu selama 1

Kualitas Influen dan Effluen

analisis kualitas influen dan effluent *prototype* air limbah yaitu BOD₅, COD, TSS, dan pendukung. Analisis kualitas influen dan effluent dilakukan dengan menggunakan alat uji Baristand Industri tanggal 16 April 2020. Sampel hasil olahan limbah dibawa ke laboratorium pengujian. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa kualitas air limbah memenuhi standar yang ditetapkan (SNI 6989.72:2009). Hasil la

20.

x

$= 1,38 \text{ jam}$

hasil perhitungan dapat diketahui bahwa 00 liter/hari dibutuhkan waktu selama 1

Kualitas Influen dan Effluen

ualitas influen dan effluent *prototype* r air limbah yaitu BOD₅, COD, TSS, dan pendukung. Analisis kualitas influen gujian dan Kalibrasi Baristand Industri ggal 16 April 2020. Sampel hasil olaha awa ke laboratorium pengujian. Hal melebihi 2 jam waktu penyimpanan ndingin (SNI 6989.72:2009). Hasil la 20.

Berikut grafik perbandingan kadar BOD dengan baku mutu disajikan dalam **Gambar 4.8**.



Dari **Gambar 4.8** tentang grafik perbandingan kadar BOD₅ dengan baku mutu dapat disimpulkan bahwa kadar BOD₅ sebelum pengolahan belum memenuhi baku mutu. Namun setelah dilakukan pengolahan kadar BOD₅ memenuhi baku mutu kecuali pada waktu kontak menit ke-90.

Angka COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan total kebutuhan oksigen yang diperlukan oleh zat kimia dalam mendegradasi polutan organik dalam air. Pengujian COD dilakukan dengan metode refluk spektrofotometri.

A line graph with 'Menit ke-0', 'Menit ke-30', 'Menit ke-60', and 'Menit ke-90' on the x-axis and values from 0 to 600 on the y-axis. Two data series are plotted: 'Kadar COD' (blue line with circular markers) and 'Baku Mutu' (orange line with square markers). The 'Kadar COD' series starts at 500 at Menit ke-0, drops to approximately 175 at Menit ke-30, rises to approximately 295 at Menit ke-60, and ends at approximately 265 at Menit ke-90. The 'Baku Mutu' series is a constant horizontal line at approximately 180 across all time points.

Waktu (Menit)	Kadar COD	Baku Mutu
Menit ke-0	500	180
Menit ke-30	175	180
Menit ke-60	295	180
Menit ke-90	265	180

Sumber: Penulis, 2020

4.5.3 Analisis Parameter TSS (*Total Suspended Solid*)

Analisis parameter TSS dengan menggunakan metode uji SNI 06-6989.3-2004 dengan metode gravimetri. Dengan menimbang total padatan yang tersaring di kertas saring. Perhitungan TSS yaitu dengan berat kertas saring dan residu dikurangi dengan berat kertas saring dibagi dengan volume uji (ml) dikali 1000. Selengkapnya tentang tata cara uji parameter TSS dapat dilihat pada **Lampiran 4**. Keberadaan kadar TSS yang terlalu tinggi dalam air limbah dapat

Analisis parameter TSS dengan menggunakan metode uji SNI 06-6989.3-2004 dengan metode gravimetri. Dengan menimbang total padatan yang tersaring di kertas saring. Perhitungan TSS yaitu dengan berat kertas saring dan residu dikurangi dengan berat kertas saring dibagi dengan volume uji (ml) dikali 1000. Selengkapnya tentang tata cara uji parameter TSS dapat dilihat pada **Lampiran 4**. Keberadaan kadar TSS yang terlalu tinggi dalam air limbah dapat

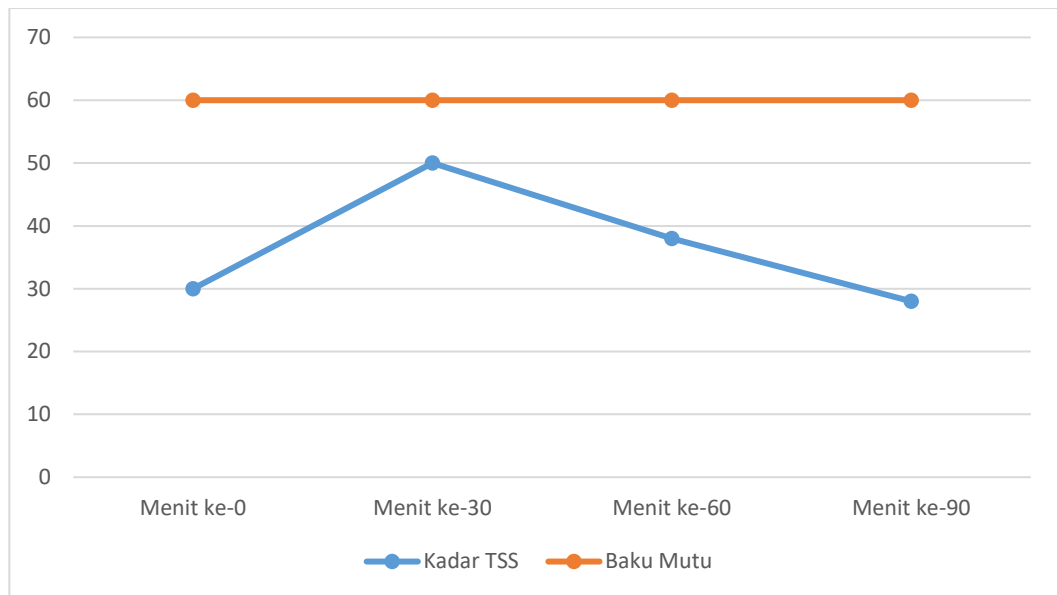
menyebabkan kekeruhan air. Berikut hasil analisis laboratorium parameter TSS disajikan dalam **Tabel 4.6**.

Tabel 4.6 Hasil Uji Laboratorium Parameter TSS (*Total Suspended Solid*)

No	Pengambilan Menit ke-	Kadar TSS (mg/L)
1	0	30
2	30	50
3	60	38
4	90	28

Sumber: Hasil Laboratorium,2020

Berdasarkan **Tabel 4.5** hasil uji laboratorium diatas dapat diketahui bahwa pada menit ke-0 atau kontrol kadar parameter TSS sebesar 30 mg/L. Kemudian mengalami kenaikan pada menit ke-30 menjadi 50 mg/L. Kenaikan kadar pada menit ke-30 ini dikarenakan zat pengotor media filter ikut terbawa aliran filter. Pada menit ke-60 mengalami penurunan yaitu menjadi 38 mg/L, dan pada menit ke-90 terjadi penurunan menjadi 28 mg/L. Berikut grafik perbandingan penurunan kadar TSS dengan baku mutu disajikan dalam **Gambar 4.10**.



Gambar 4.10 Grafik Perbandingan Kadar TSS dengan Baku Mutu

Sumber: Penulis, 2020

Dari **Gambar 4.10** tentang grafik perbandingan kadar TSS dengan baku mutu tersebut dapat disimpulkan bahwa kadar parameter TSS sebelum dan sesudah pengolahan telah memenuhi baku mutu.

4.5.4 Analisis Parameter Fosfat (PO_4)

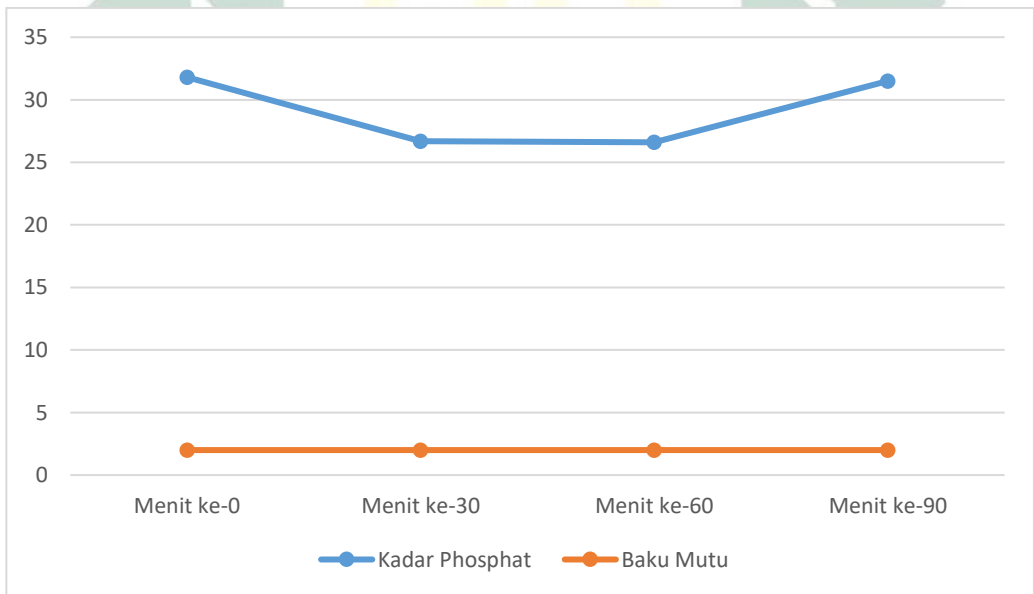
Analisis parameter fosfat dengan metode uji *Standart Methods* edisi 23 tahun 2017, bagian 4500-P.C. Tata cara uji dapat dilihat pada **Lampiran 5**. Kadar fosfat yang tinggi dalam air limbah yang langsung dibuang ke badan air dapat menyebabkan berbagai permasalahan lingkungan. Permasalahan lingkungan yang terjadi yaitu eutofikasi yang dapat berakibat kerusakan ekosistem perairan. Kerusakan ekosistem perairan ini terjadi khususnya pada perairan air tawar. Eutrofikasi menyebabkan pertumbuhan tumbuhan tidak normal hal ini menyebabkan perairan tertutup oleh tumbuhan. Hal tersebut menyebabkan ekosistem perairan terganggu karena tidak mendapatkan cukup oksigen (Lavinia dkk., 2016). Berikut merupakan tabel hasil uji laboratorium parameter fosfat yang disajikan dalam **Tabel 4.7**.

Tabel 4.7 Hasil Uji Laboratorium Parameter Fosfat

No	Pengambilan Menit ke-	Kadar Fosfat (mg/L)
1	0	31,8
2	30	26,7
3	60	26,6
4	90	31,5

Sumber: Hasil Laboratorium, 2020

Berdasarkan **Tabel 4.7** hasil uji laboratorium parameter fosfat diatas dapat diketahui bahwa pada menit ke-0 atau kontrol kadar parameter fosfat (PO_4) sebesar 31,8 mg/L, kemudian mengalami penurunan pada menit ke-30 sebesar 26,7 mg/L, pada menit ke-60 kembali mengalami penurunan yaitu sebesar 26,6 mg/L, dan pada menit ke-90 mengalami kenaikan kadar sebesar 31,5 mg/L. berikut grafik perbandingan kadar fosfat dengan baku mutu disajikan dalam **Gambar 4.11**.



Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Kadar Fosfat dengan Baku Mutu

Sumber: Penulis, 2020

Dari **Gambar 4.11** tentang grafik perbandingan penurunan kadar fosfat dengan baku mutu menunjukkan bahwa kadar fosfat sebelum dan sesudah

4.5.5 Analisis Parameter pH

Pengujian parameter pH disini merupakan parameter pendukung saja. Berikut merupakan proses pengujian parameter pH dengan menggunakan pH digital yang disajikan dalam **Gambar 4.12** Pengujian parameter pH dengan mengacu pada SNI 6898.11:2019 yang disajikan dalam **Lampiran 6**. Hasil uji laboratorium oarameter pH dapat dilihat pada **Tabel 4.9**.



Gambar 4.12 Proses Pengujian pH sampel Air Limbah *Laundry*

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2020

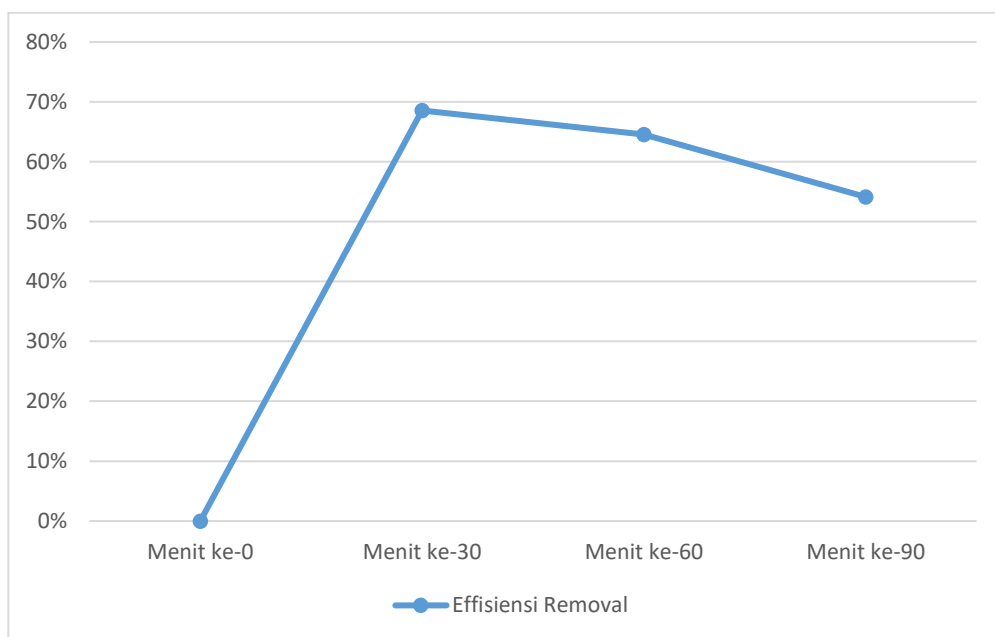
Tabel 4.9 Hasil Uji Laboratorium Parameter pH

No	Pengambilan Menit ke-	Kadar BOD (mg/L)
1	0	8,3
2	30	7,5
3	60	7,4
4	90	7,3

Sumber: Hasil Laboratorium, 2020

Dari **Tabel 4.9** tentang hasil laboratorium semua kadar pH pada pengambilan 30,60,90 menit selalu mengalami penurunan. Berikut garfik penurunan kadar pH dengan baku mutu yang disajikan pada **Gambar 4.13**.

merupakan grafik efisiensi removal BOD₅ (*Biological Oxygen Demand*) yang disajikan dalam **Gambar 4.14** berikut:



Gambar 4.14 Grafik Effisiensi Removal BOD₅ (*Biological Oxygen Demand*)

Sumber: Penulis, 2020

Dari **Gambar 4.14** tentang Grafik Effisiensi Removal BOD₅ (*Biological Oxygen Demand*) dapat diketahui bahwa efisiensi removal tertinggi pada menit ke-30 yaitu sebesar 68,56%. Pada menit selanjutnya terjadi kenaikan kadar BOD₅ (*Biological Oxygen Demand*). Kadar parameter BOD₅ (*Biological Oxygen Demand*) sebelum dan sesudah pengolahan telah memenuhi baku mutu yang berlaku kecuali pada pengambilan menit ke-90 kadarnya melebihi baku mutu. Maka, kondisi optimum pengolahan dalam menurunkan kadar BOD₅ terjadi pada saat waktu kontak 30 menit.

Hasil efisiensi removal pada penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan penelitian sebelumnya. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Pungus (2019) efisiensi removal parameter BOD hanya sebesar 53% dan konsentrasinya belum memenuhi baku mutu yang berlaku. Penelitian Pungus

4.6.2 Parameter COD (Chemical Oxygen Demand)

➤ Diketahui:

Konsentrasi Sesudah Pengolahan (B) pada menit ke-30 = 171,2 mg/L

Konsentrasi Sesudah Pengolahan (B) pada menit ke-90 = 263 mg/L

➤ **Ditanyakan:**

➤ Jawab:

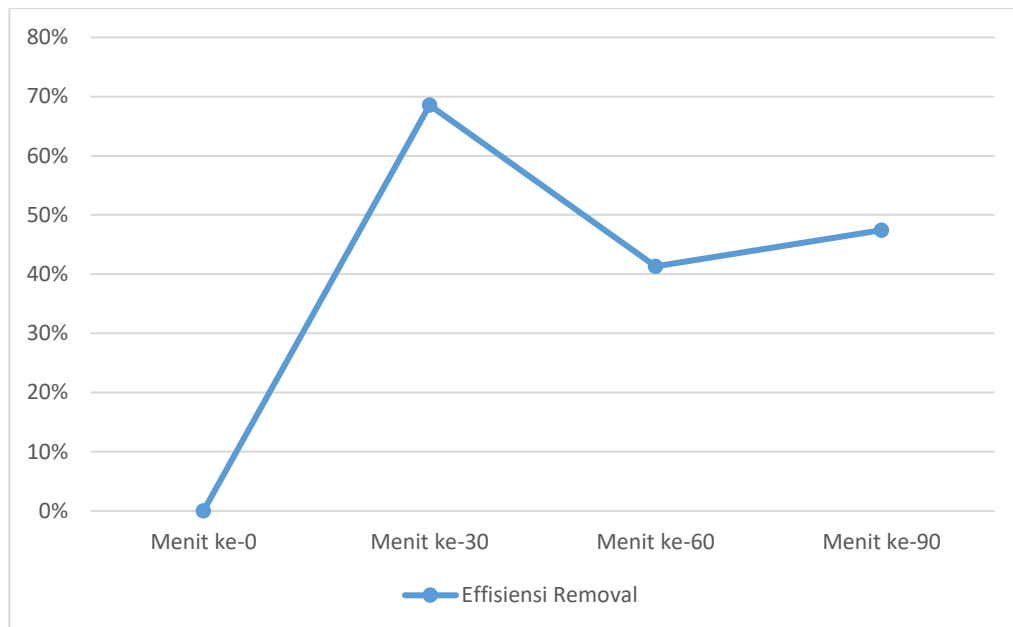
➤ Effisiensi removal COD (*Chemical Oxygen Demand*) menit ke-30

- $$\begin{aligned}\text{Effisiensi} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{500,3-293,6}{500,3} \times 100\% \\ &= 41,31 \%\end{aligned}$$

- Effisiensi removal COD (*Chemical Oxygen Demand*) menit ke-90

$$\begin{aligned}\text{Effisiensi} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{500,3-263}{500,3} \times 100\% \\ &= 47,43 \%\end{aligned}$$

[illegible]



Gambar 4.15 Grafik Effisiensi Removal COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Sumber: Penulis, 2020

Dari **Gambar 4.15** tentang Grafik Effisiensi Removal COD (*Chemical Oxygen Demand*) dapat diketahui bahwa efisiensi removal tertinggi pada menit ke-30 yaitu sebesar 65,78%. Pada menit selanjutnya terjadi kenaikan kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) sehingga nilai efisiensi removalnya menurun. Namun, pada pengambilan menit ke-90 terjadi penurunan kadar kembali. Sehingga grafik efisiensi removal naik turun. Maka, kondisi optimum pengolahan terjadi pada waktu kontak 30 menit.

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Pungus (2019) nilai efisiensi removal COD sebesar 54%. Penelitian yang dilakukan Gemala (2019) tidak memiliki nilai efisiensi removal untuk parameter COD karena dalam penelitiannya kadar COD mengalami kenaikan setelah dilakukannya pengolahan. Pada penelitian Assidieq (2017) nilai efisiensi removal COD sebesar 62,47% untuk massa 2 kg, dan 87,80% untuk massa 4 kg. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya, penelitian ini memiliki nilai efisiensi removal COD lebih besar dibandingkan dengan penelitian Pungus, Gemala, dan Assidieq untuk variasi massa 2 kg. Namun, pada penelitian

Assidieq dengan variasi massa 4kg memiliki efisiensi removal yang sangat tinggi. Semakin banyak media yang digunakan semakin baik dalam meremoval COD.

4.6.3 Parameter TSS (*Total Suspended Solid*)

Berikut perhitungan efisiensi penurunan kadar TSS (*Total Suspended Solid*):

- Diketahui:
- | | |
|---|-----------|
| Konsentrasi Sebelum Pengolahan (A) | = 30 mg/L |
| Konsentrasi Sesudah Pengolahan (B) pada menit ke-30 | = 50 mg/L |
| Konsentrasi Sesudah Pengolahan (B) pada menit ke-60 | = 38 mg/L |
| Konsentrasi Sesudah Pengolahan (B) pada menit ke-90 | = 28 mg/L |
- Ditanyakan:
- Berapakah efisiensi removal filter?
- Jawab:
- Efisiensi removal TSS (*Total Suspended Solid*) menit ke-0 masih bernilai 0% karena belum dilakukan pengolahan atau sebagai sampel control.
 - Efisiensi removal TSS (*Total Suspended Solid*) menit ke-30
Perhitungan efisiensi removal TSS (*Total Suspended Solid*) menit ke-30 tidak dapat dihitung karena mengalami kenaikan kadar dari pengambilan menit ke-0 atau kontrol.
 - Efisiensi removal TSS (*Total Suspended Solid*) menit ke-60
Hasil perhitungan efisiensi removal TSS (*Total Suspended Solid*) menit ke-60 tidak dapat dihitung karena kadarnya masih lebih tinggi dari kadar TSS pengambilan menit ke-0 atau control.

- $$\begin{aligned}\text{Effisiensi} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{30-28}{30} \times 100\% \\ &= 6,67 \%\end{aligned}$$

The line graph illustrates the removal efficiency of a treatment process over time. The y-axis represents the percentage of removal efficiency, ranging from 0% to 8% in 1% increments. The x-axis shows four time intervals: Menit ke-0, Menit ke-30, Menit ke-60, and Menit ke-90. The efficiency remains at 0% for the first three intervals and then rises sharply to about 6.7% at the 90-minute mark.

Waktu (Menit)	Effisiensi Removal (%)
Menit ke-0	0%
Menit ke-30	0%
Menit ke-60	0%
Menit ke-90	~6.7%

Sumber: Penulis, 2020

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Gemala (2019) efisiensi removal TSS sebesar 41,75%. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh

4.6.4 Parameter Fosfat (PO₄)

➤ Diketahui:

Konsentrasi Sesudah Pengolahan (B) pada menit ke-30 = 26,7 mg/L

Konsentrasi Sesudah Pengolahan (B) pada menit ke-90 = 31,5 mg/L

Berapakah efisiensi removal kadar fosfat?

- Effisiensi removal kadar fosfat menit ke-0 masih bernilai 0% karena belum dilakukan pengolahan atau sebagai sampel kontrol

$$\begin{aligned}\text{Effisiensi} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{31,8-26,7}{31,8} \times 100\% \\ &= 16,03 \%\end{aligned}$$

Jadi, efisiensi removal kadar fosfat pada menit ke-30 adalah sebesar 16,03%

$$\begin{aligned}\text{Effisiensi} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{31,8-26,6}{31,5} \times 100\% \\ &= 16,35 \%\end{aligned}$$

Jadi, efisiensi removal kadar fosfat pada menit ke-60 adalah sebesar 16,35%

- Effisiensi removal kadar fosfat menit ke-90

$$\begin{aligned}\text{Effisiensi} &= \frac{A-B}{A} \times 100\% \\ &= \frac{31,8-31,5}{31,5} \times 100\% \\ &= 0,94 \%\end{aligned}$$

Hasil perhitungan efisiensi removal kadar fosfat menit ke-90 senilai 0,94%. Nilai efisiensi sangat kecil karena terjadi peningkatan kadar fosfat dari pengambilan menit sebelumnya. Berikut merupakan grafik efisiensi removal parameter fosfat (PO_4) yang disajikan dalam **Gambar 4.9** berikut:



Gambar 4.17 Grafik Effisiensi Removal Fosfat (PO_4)

Sumber: Penulis, 2020

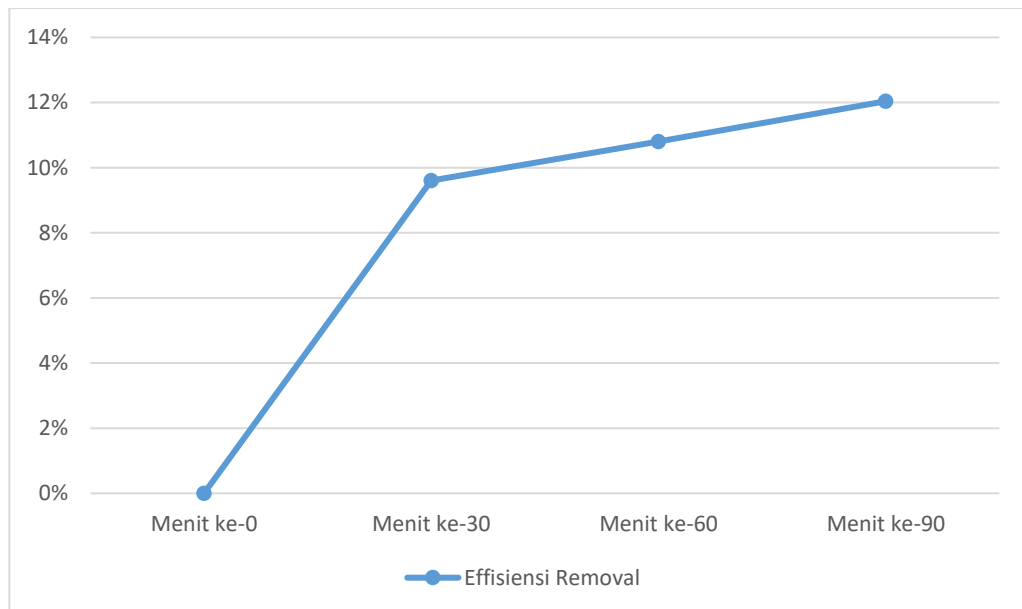
Dari **Gambar 4.17** grafik efisiensi removal fosfat dapat diketahui efisiensi removal tertinggi pada menit ke-60 yaitu sebesar 16,35%. Namun kadar fosfat belum memenuhi baku mutu. Baku mutu yang berlaku sebesar 2 mg/L. Hal ini terjadi karena media filter yang

Pada hasil penelitian sebelumnya dengan topik yang sama kadar fosfat pada air limbah cenderung lebih sedikit. Hasil reduksi yang dilakukan oleh media filter karbon aktif maupun zeolite, *manganese greensand* cenderung lebih baik. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Majid, dkk (2017) kadar fosfat pada air limbah sebesar 3,48 mg/L dan dapat tereduksi dengan baik oleh karbon aktif 3 gr hingga 65,86%. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Gemala (2019) kadar fosfat sebesar 10,4 mg/L dan bisa tereduksi hingga kadarnya menjadi 0,16 mg/L atau 98,46% efisiensi removalnya dengan media filter kombinasi zeolite dan arang aktif. Menurut penelitian Lavinia, dkk (2016) dengan menggunakan *manganese greensand* tanpa aktivasi dapat mereduksi fosfat hingga 71,68%. Nilai kadar fosfat yang tinggi pada penelitian ini terjadi karena industri *laundry* menggunakan deterjen murni tanpa ditambahkan dengan peralatan pelunakan air. Maka, kondisi optimum pengolahan pada penelitian ini terjadi pada waktu kontak 60 menit.

4.6.5 Parameter pH

Berikut perhitungan efisiensi removal parameter pH:

- Diketahui:
- | | |
|---|-------|
| Konsentrasi Sebelum Pengolahan (A) | = 8,3 |
| Konsentrasi Sesudah Pengolahan (B) pada menit ke-30 | = 7,5 |
| Konsentrasi Sesudah Pengolahan (B) pada menit ke-60 | = 7,4 |
| Konsentrasi Sesudah Pengolahan (B) pada menit ke-90 | = 7,3 |
- Ditanyakan:
- Berapakah efisiensi removal pH?



Gambar 4.18 Grafik Effisiensi Removal pH

Dari **Gambar 4.18** tentang grafik efisiensi removal pH dapat diketahui bahwa efisiensi removal tertinggi pada menit ke-90 12,04%. Nilai pH hasil uji sebelum dan sesudah pengolahan ini memenuhi baku mutu yang berlaku.

4.7 Perhitungan Headloss Media Filter

Perhitungan headloss media filter menggunakan persamaan *rose* yang tercantum dalam **Persamaan 2.4** pada sub bab 2.5.3 tentang Headloss (Kehilangan Tekanan).

4.7.1 Headloss Pasir Silika

- Diketahui:
- | | |
|------------------------------------|--|
| Diameter terpilih | = $1,19 \times 10^{-3} \text{ m}$ |
| ϕ faktor bentuk | = 0,78 (Darmasetiawan, 2001) |
| g konstanta percepatan gravitasi | = $9,81 \text{ m/s}^2$ |
| ε porositas | = 0,43 (Analisa Penulis, 2020) |
| V_o kecepatan filtrasi | = 4 m/jam |
| ϑ Viskositas Kinematis | = $0,864 \times 10^{-6} \text{ m/detik}$ |

4.7.2 Headloss Karbon Aktif

- Diketahui:

Diameter terpilih	$= 2 \times 10^{-3} \text{ m}$
φ faktor bentuk	$= 0,70$ (Darmasetiawan, 2001)
g konstanta percepatan gravitasi	$= 9,81 \text{ m/s}^2$
ε porositas	$= 0,46$ (Analisa Penulis, 2020)
V_o kecepatan filtrasi	$= 4 \text{ m/jam}$
ϑ Viskositas Kinematis	$= 0,864 \times 10^{-6} \text{ m/detik}$

- Ditanyakan:

Berapakah headloss media filter (karbon aktif)?

- Jawab:

- a. Cek bilangan Reynold

$$\begin{aligned} N_{re} &= \frac{\varphi \cdot d \cdot V_o}{\vartheta} \\ &= \frac{(0,70) \cdot (2 \times 10^{-3} m) \cdot (4 \frac{m}{jam})}{\left(0,864 \times \frac{10^{-6} m}{detik}\right) \cdot (3600 \frac{detik}{jam})} \\ &= \frac{0,0056}{0,0031} \\ &= 1,8 \leq 2 \end{aligned}$$

Nilai bilangan Reynold kurang dari 2, maka aliran bersifat laminar

- b. Koefisien Drag (C_{drag})

Koefisien drag jika bilangan reynold kurang dari 2:

$$\begin{aligned} C_{\text{drag}} &= \frac{24}{N_{re}} \\ &= \frac{24}{1,8} \\ &= 13,4 \end{aligned}$$

Jadi, nilai C_{drag} adalah 13,4

- c. Perhitungan Headloss Media karbon aktif ketebalan 0,10 m

b. Koefisien Drag (C_{drag})

Koefisien drag jika bilangan reynold kurang dari 2:

$$\begin{aligned} C_{drag} &= \frac{24}{N_{re}} \\ &= \frac{24}{1,8} \\ &= 13,4 \end{aligned}$$

Jadi, nilai C_{drag} adalah 13,4

c. Perhitungan Headloss Media ketebalan 0,10 m

$$\begin{aligned} H_L &= \frac{1,067}{\varphi} \times \frac{C_{drag}}{g} \times H_{media} \times \frac{V_0^2}{\varepsilon^4} \times \frac{1}{D_{media}} \\ &= \frac{1,067}{0,70} \times \frac{13,4}{9,81} \times 0,10 \times \frac{\left(\frac{4}{3600}\right)^2}{0,46^4} \times \frac{1}{(0,002)} \\ &= 1,52 \times 1,36 \times 0,10 \times 0,00002 \times 500 \\ &= 0,002 \text{ m} \\ &= 0,2 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi, headloss media *Manganese Greensand* dengan ketebalan 0,10 m adalah 0,2 cm.

4.7.4 Headloss Media Penyangga

Dalam perencanaan unit filter ini ada 2 diameter media penyangga yang dipilih yaitu diameter 3-4mm (4-8 mesh) ketebalan 5 cm dan diameter 10-20 mm (1"-7/16") ketebalan 10 cm (Maryani, dkk., 2016). Perhitungan *headloss* media penyangga sebagai berikut ini:

A. Headloss Media Penyangga Ketebalan 0,05 m

➤ Diketahui:

Diameter terpilih	= 3×10^{-3} m
φ faktor bentuk	= 0,94 (Darmasetiawan, 2001)
g konstanta percepatan gravitasi	= $9,81 \text{ m/s}^2$
ε porositas	= 0,39
V_o kecepatan filtrasi	= 4 m/jam
ϑ Viskositas Kinematis	= $0,864 \times 10^{-6}$ m/detik

Jadi, headloss media penyanggan ($\varnothing 10\text{-}20\text{mm}$) dengan ketebalan 0,10 m adalah 0,02 cm

$$\begin{aligned} \text{Head total} &= \text{Headloss Media penyangga } (\varnothing 3-4\text{mm}) + \\ &\text{Headloss Media Peyangga } (\varnothing 10-20\text{mm}) \\ &= 0,1 \text{ cm} + 0,02 \text{ cm} \\ &= 0,12 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi, headloss total media penyangga adalah sebesar 0,12 cm.

Perhitungan headloss gabungan media filter yaitu penjumlahan dari headloss media pasir silika, headloss media karbon aktif, dan headloss media *manganese greensand*. Perhitungannya sebagai berikut:

Headloss total = headloss pasir silika + headloss karbon aktif + headloss *manganese greensand* + headloss media penyangga
= 0,8 cm + 0,2 cm + 0,2 cm + 0,12 cm
= 1,32 cm

Jadi, headloss total media filter adalah 1,32 cm.

Berdasarkan hasil perencanaan serta pengujian pada prototype filter limbah cair laundry skala rumah tangga ini terdapat beberapa kelemahan yang perlu dievaluasi. Evaluasi terkait kelemahan prototype filter yang telah dibuat ini guna menyempurnakan perencanaan tugas akhir kedepannya. Beberapa kelemahan prototype ini sebagai berikut:

1. Waktu kontak optimum pengolahan hanya berkisar 30 menit. Dalam waktu tersebut reaktor hanya mampu mengolah sebesar 36 liter limbah cair laundry. Sedangkan debit air limbah per harinya sebesar 100 liter/ hari. Opsi pilihan yang dapat digunakan yaitu dengan memperbesar reaktor. Perbesaran reaktor jika diperhitungkan sebesar 3x dari ukuran *prototype*. Beberapa alternatif desain yang dapat digunakan yaitu alternatif desain reaktor A, B, dan C. Alternatif desain reaktor A merupakan upscale 3x dari volume *prototype* filter ditemukan dimensi unitnya 26 x 26 x 80 cm. Desain reaktor B merupakan filter bertingkat 3 dengan masing-masing ukuran reaktor yang sama dengan *prototype*. Desain reaktor B setiap reaktornya terdiri dari 3 media sekaligus serta media penyangga. Untuk desain reaktor C juga merupakan filter bertingkat 3 ukurannya sama dengan *prototype* filter namun susunan medianya berbeda. Setiap reaktornya hanya terisi oleh 1 jenis media filter dan juga media penyangga. Alternatif desain reaktor dapat dilihat pada **Lampiran 10**.
2. Parameter uji fosfat belum memenuhi baku mutu setelah dilakukan pengolahan. Kadar fosfat hanya dapat turun sebesar 16,35%. Perbaikan reaktor yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan aktivasi media filter agar kemampuan adsorpsinya lebih besar. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Aliman (2017) menggunakan media filter karbon aktif, zeolite yang telah diaktivasi secara fisika dengan mengoven media filter suhu 200°C dalam waktu 30 menit. Hasil penelitiannya kadar fosfat mampu turun hingga sebesar 0,49 mg/L atau sebesar 99,8% efisiensi removalnya. Aktivasi media filter dapat dilakukan secara fisika maupun kimia. Untuk aktivasi karbon aktif dapat dilakukan dengan cara fisika yaitu mengoven selama 30 menit pada suhu 200°C. Selain itu dapat dilakukan secara kimia yaitu merendam karbon aktif dalam larutan zat kimia (bahan-bahan pengaktif) seperti garam kalsium klorida (CaCl_2), natrium hidroksida (NaOH), magnesium klorida (MgCl_2), natrium klorida (NaCl), seng klorida (ZnCl_2), dan natrium karbonat (Na_2CO_3). Selain zat tersebut dapat digunakan zat asam dan basa organik seperti asam sulfat (H_2SO_4), asam

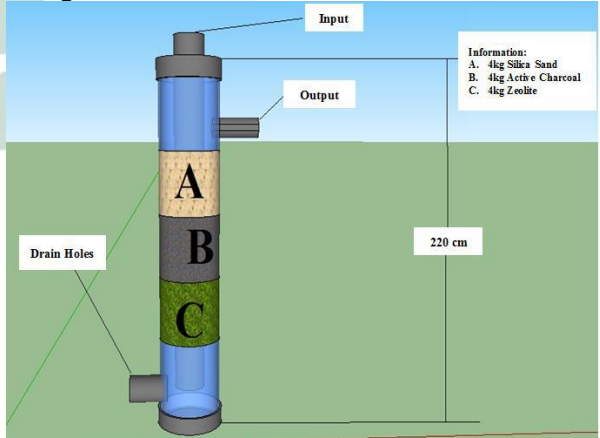
Selain pilihan dengan melakukan aktivasi media filter sebelum digunakan dapat menggunakan pengolahan awal yaitu dengan elektrokoagulasi. Proses elektrokoagulasi merupakan salah satu teknologi pengolahan air dengan menggunakan proses elektrokimia. Anoda akan melepaskan koagulan aktif berupa ion Cu ke dalam larutan sehingga membentuk flok yang mampu mengikat berbagai kontaminan dan partikel dalam air limbah. Proses elektrokoagulasi terbagi menjadi tiga tahap. Tahap pertama yaitu proses ekualisasi atau penyeragaman limbah cair yang akan diolah dalam kondisi pH. Tahap kedua yaitu proses elektrokimia (flokulasi-koagulasi) akan terjadi proses pelepasan ion Al^{3+} dari plat elektrode (anoda) sehingga membentuk flok $Al(OH)_3$ yang mampu mengikat kontaminan dan partikel-partikel dalam air limbah. Tahap terakhir yaitu proses pengendapan (Hernaningsih, 2016). Berikut hasil penelitian sebelumnya dengan menggunakan proses elektrokoagulasi dalam pemngolahan limbah laundry disajikan dalam **Tabel 4.10**

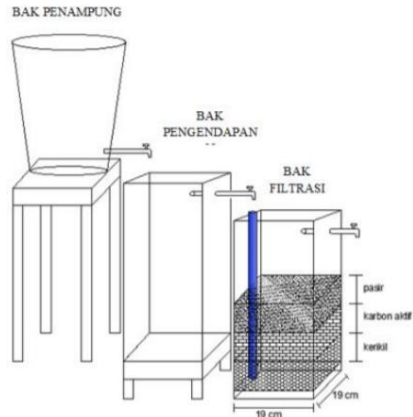
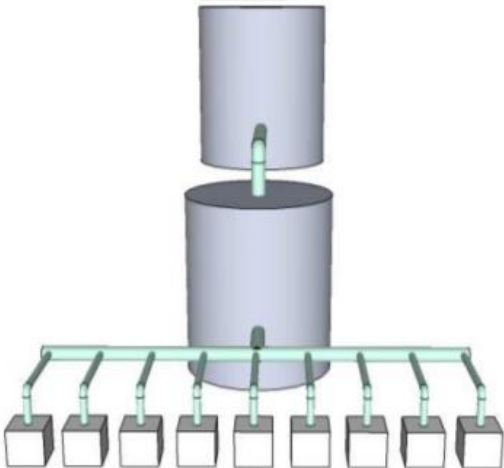
Tabel 4.10 Penelitian Terdahulu mengenai Elektrokoagulasi pada Pengolahan Limbah Cair Laundry

No	Peneliti (Tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Juherah dan Muhammad Ansar (2018)	Pengolahan Limbah Cair Dengan Elektrokoagulasi Dalam Menurunkan Kadar Fosfat (PO ₄) Pada Limbah Laundry	Proses pegolahan limbah cair laundry dengan elektrokoagulasi ini dapat menurunkan kadar fosfat hingga 96,78%.

Tabel 4.11 Kajian Penelitian Terdahulu

No	Peneliti, Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Setyobudiarso & Yuwono, 2014	Rancang Bangun Alat Penjernih Air Limbah Cair Laundry Dengan Menggunakan Media Penyaring Kombinasi Pasir – Arang Aktif	Penelitian menggunakan filtrasi bertingkat tiga dengan arah aliran up flow-down flow. Pengoperasiannya menggunakan pompa. Kombinasi media filter yang digunakan pasir silika, karbon aktif, zeolite dengan ketebalan masing-masing media 30 cm. Rancangan alatnya sebagai berikut: Dapat menurunkan COD konsentrasi awal 2032,5 ppm menjadi 908 ppm pada waktu kontak menit ke-60 dan tekanan 1 Bar. TSS 455 mg/L menjadi 215 mg/L. Konsentrasi COD dan TSS masih tinggi belum memenuhi baku mutu.
Rancangan alat pada penelitian ini kurang ekonomis jika diterapkan langsung di lapangan. Pompa air dihidupkan terus selama proses pengoperasian karena membutuhkan tekanan yang sesuai. Hasil air olahannya belum memenuhi baku mutu.			
2.	Gemala & Oktarizal, 2019	Rancang Bangun Alat Penyaringan Air Limbah Laundry	Penelitian ini menggunakan kombinasi media filter pasir zeolite, kerikil, dan karbon aktif. Rancangan alatnya sederhana dari botol air mineral 1,5 L seperti berikut ini: Air limbah yang dialirkan sebesar 3 liter. Efisiensi removal untuk parameter fosfat cukup tinggi yaitu 98,4%, BOD 20%, TSS 42,75%, pH 1,08%, dan COD tidak memiliki nilai efisiensi removal.

No	Peneliti, Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Pada penelitian Gemala dan Oktarizal (2019) ini tidak dilakukan percobaan dengan variasi waktu kontak hanya eksperimen pre test dan post test saja. Sehingga tidak dapat mengetahui kinerja filter seperti apa seiring dengan lamanya waktu kontak. Rancangan alatnya berskala laboratorium.			
3.	Assiddieq, M., Darmayani, S., & Kudonowarso, W, 2017	The Use Of Silica Sand, Zeolite And Active Charcoal To Reduce Bod, Cod And Tss Of Laundry Waste Water As A Biology Learning Resources	Penelitian ini menggunakan variasi massa media untuk mengetahui nilai efisiensi removal terbaik. Kombinasi media yang digunakan yaitu pasir silika, zeolite, dan karbon aktif. Nilai efisiensi removal terbaik pada variasi media 4 kg yaitu 78,49%, COD 87,80%, dan TSS 88,75%. Rancangan alatnya sebagai berikut:  Rancangan alat menggunakan pipa PVC dengan tinggi 220cm dan menggunakan arah aliran down flow.
Penelitian ini nilai efisiensi removalnya cukup baik untuk variasi massa media 4kg. Namun, jika rancangan alat diterapkan di lapangan akan membutuhkan biaya yang cukup tinggi. Karena butuh pompa yang memiliki head tinggi serta membutuhkan tempat untuk tangki air limbah dalam ketinggian minimal 3 meter untuk dapat mengoperasikan rancangan alat ini.			

No	Peneliti, Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
4.	Artiyani dan Firmansyah (2016)	Kemampuan Filtrasi Upflow Pengolahan Filtrasi Up Flow Dengan Media Pasir Zeolit Dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Dan Deterjen Air Limbah Domestik	Penelitian ini menggunakan filtrasi up flow. Pada reaktor 1 variasi medianya adalah pasir 10 cm, zeolite 15 cm, dan arang aktif 15 cm. Pada reaktor 2 Pasir 15cm, zeolite 10 cm, dan arang aktif 15 cm. Reaktor 3 pasir 15 cm, zeolite 10 cm, dan arang aktif 15 cm. dengan waktu operasional selama 70 menit, 80 menit, 90 menit, 100 menit, dan 110 menit. Debit pengolahan yang digunakan adalah 10 ml/detik. Efisiensi removal terbaik pada reaktor 1 yaitu deterjen sebesar 62,78% dan fosfat sebesar 67,71%. Berikut Rancangan alatnya:  Konsentrasi parameter uji sesudah pengolahan belum memenuhi baku mutu.
Pada penelitian Artiyani dan Firmansyah (2016) harus dilakukan penelitian lanjutan agar air hasil olahannya memenuhi baku mutu. Untuk rancangan alatnya cukup sederhana dan ekonomis bila diterapkan di lapangan.			
5.	Lavinia, Sulistiyani, Mursid R. (2016)	Perbedaan Efektivitas Zeolit dan Manganese Greensand untuk Menurunkan Kadar Fosfat dan Chemical Oxygen Demand Limbah Cair “Laundry Zone” di Tembalang	Penurunan kadar fosfat dan COD terbaik yaitu dengan menggunakan zeolite diameter 0,25 mm. prosentase penurunan sebesar 73,30% dan 71,68%. Rancangan percobaan alatnya yaitu: 

4.10 *Standart Operational Procedure* (SOP) Reaktor Filter

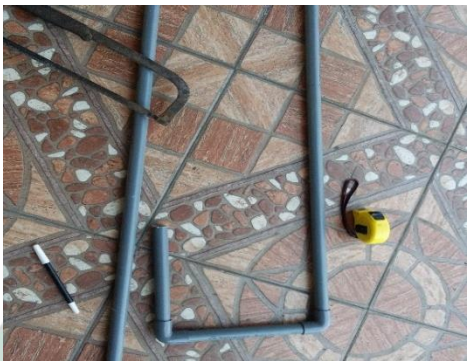
Standart Operational Procedure (SOP) Reaktor Filter Limbah Cair Laundry Skala Rumah Tangga ini dapat terbagi menjadi 3 bagian yaitu proses perakitan (*construction*), penggunaan (*treatment*), dan perawatan (*maintenance*).

4.10.1 SOP Perakitan

SOP (*Standart Operational Procedure*) perakitan ini dibuat agar pengguna (masyarakat) dapat merakit serta merencanakan unit pengolahan limbah *laundry* skala rumah tangga ini sesuai dengan kriteria desain yang sudah ada. Berikut ini merupakan SOP Perakitan disajikan dalam **Tabel 4.11**

Tabel 4.12 SOP Perakitan

No	Tahapan Kerja	Gambar Contoh Tahapan
1	Siapkan bak penampungan air limbah, disini menggunakan 2 bak penampungan. Bak 1 Ø 44cm, Bak 2 Ø 37cm	
2	Menyiapkan dan membuat reaktor filter	

No	Tahapan Kerja	Gambar Contoh Tahapan
3	Menyiapkan Pipa ½” serta aksesoris pipa lainnya. Disesuaikan dengan desain yang ada.	
4	Melubangi bagian bawah bak penampungan 2 kira-kira jarak 6 cm, bagian sisi bawah reaktor kira-kira berjarak 7 cm (untuk kran) dan jarak 10 cm (untuk pipa <i>backwash</i>), dan bagian atas reaktor berjarak 15cm.	 
5	Melakukan perekatan pada pipa dengan menggunakan lem pipa	

Tabel 4.13 SOP Penggunaan

No	Tahapan Kerja	Gambar Contoh Tahapan
1	Mengisi bak penampungan 1 dengan limbah cair laundry	
2	Menghidupkan pompa submersible	
3	Mengalirkan limbah laundry dari bak penampungan 1 ke bak penampungan 2	

Tabel 4.14 SOP Perawatan

No	Tahapan Kerja	Gambar Contoh Tahapan
1	Melakukan pencucian secara berkala saat filter mengalami <i>clogging</i> (<i>Backwash</i>)	
2.	Melakukan proses fast rinse (proses pembilasan) setelah dilakukannya backwash.	
3.	Melakukan pencucian dan penggantian secara berkala pada lapisan spons (sekat antar media)	

lebih ekonomis. Berikut merupakan RAB reaktor filter limbah cair *laundry* skala rumah tangga:

4.11.1 RAB *Prototype* Filter

Berikut merupakan tabel RAB *Prototype* Filter dalam penelitian ini disajikan dalam **Tabel 4.14**

Tabel 4.15 Rencana Anggaran Biaya Perakitan *Prototype* Reaktor Filter

No	Bahan	Jumlah	Harga	Total Harga
1	Reaktor filter	1 buah	Rp 200.000	Rp 200.000
2	Bak penampung			
	Bak Ø 37 cm	1 buah	Rp 45.000	Rp 45.000
	Bak Ø 44 cm	1 buah	Rp 80.000	Rp 80.000
	Bak penampungan hasil olahan	1 buah	Rp 25.000	Rp 25.000
3	Pompa Submersible	1 buah	Rp 110.000	Rp 110.000
4	Aksesoris Pipa			
	Pipa Pvc 1/2"	3,6 meter	Rp 5.500	Rp 22.000
	Ball Valve	3 buah	Rp 5.000	Rp 15.000
	Tee	1 buah	Rp 2.000	Rp 2.000
	Elbow	3 buah	Rp 2.000	Rp 6.000
	Watermur	2 buah	Rp 5.000	Rp 10.000
	Kran	1 buah	Rp 13.000	Rp 13.000
	Selang	1 meter	Rp 10.000	Rp 10.000
	Strainer	2 buah	Rp 6.500	Rp 13.000
	Sock drat	2 buah	Rp 3.000	Rp 6.000
5	Media Filter			
	Media pasir silika	1,9 kg	Rp 5.000	Rp 9.500
	Media karbon aktif	1,2 kg	Rp 20.000	Rp 24.000
	Media Manganese Greensand	1,8 kg	Rp 22.000	Rp 39.600
6	Media Penyangga			
	Kerikil Ø 4 - 5 mm	1,5 kg	Rp -	Rp -
	Kerikil Ø 10 - 20 mm	3,2 kg	Rp -	Rp -
7	Sekat Media ukuran 15x15x 4 cm	4 buah	Rp 9.000	Rp 36.000
8	Jirigen 25 liter	1 buah	Rp 35.000	Rp 35.000
9	Sale Tape	1 buah	Rp 5.000	Rp 5.000
10	Lem Pipa	1 buah	Rp 8.000	Rp 8.000
11	Penyangga Bak penampung	1 buah	Rp 100.000	Rp 100.000
12	Meja tempat Reaktor	1 buah	Rp 30.000	Rp 30.000
Total				Rp 701.100

Dari Tabel 4.15 tentang RAB alternatif desain reaktor A dapat diketahui bahwa harga total perakitan alat tersebut sampai siap digunakan seharga Rp 1.021.020.

4.11.3 RAB Alternatif Desain Reaktor B

Berikut merupakan tabel RAB alternatif desain reaktor B disajikan dalam **Tabel 4.16.**

Tabel 4.17 Rencana Anggaran Biaya Perakitan Alternatif Desain Reaktor B

No	Bahan	Jumlah	Harga	Total Harga
1	Reaktor filter (pvc 6")	2,4 meter	Rp 180.050	Rp 432.120
2	Bak penampung			
	Bak Ø 37 cm	1 buah	Rp 45.000	Rp 45.000
	Bak Ø 44 cm	1 buah	Rp 80.000	Rp 80.000
	Bak penampungan hasil olahan	1 buah	Rp 25.000	Rp 25.000
3	Pompa Submersible	1 buah	Rp 110.000	Rp 110.000
4	Aksesoris Pipa			
	Pipa Pvc 1/2"	4,8 meter	Rp 5.500	Rp 26.400
	Ball Valve	5 buah	Rp 5.000	Rp 25.000
	Tee	1 buah	Rp 2.000	Rp 2.000
	Elbow	7 buah	Rp 2.000	Rp 14.000
	Watermur	2 buah	Rp 5.000	Rp 10.000
	Kran	1 buah	Rp 13.000	Rp 13.000
	Selang	3 meter	Rp 10.000	Rp 30.000
	Strainer	2 buah	Rp 6.500	Rp 13.000
	Sock drat	2 buah	Rp 3.000	Rp 6.000
5	Media Filter			
	Media pasir silika	5,7 kg	Rp 5.000	Rp 28.500
	Media karbon aktif	3,6 kg	Rp 20.000	Rp 72.000
	Media Manganese Greensand	5,4 kg	Rp 22.000	Rp 118.800
6	Media Penyangga			
	Kerikil Ø 4 - 5 mm	1,5 kg	Rp -	Rp -
	Kerikil Ø 10 - 20 mm	3,2 kg	Rp -	Rp -
7	Sekat Media ukuran 15 x 15 x 4 cm	12 buah	Rp 9.000	Rp 108.000
8	Jirigen 25 liter	1 buah	Rp 35.000	Rp 35.000
9	Sale Tape	1 buah	Rp 5.000	Rp 5.000
10	Lem Pipa	1 buah	Rp 8.000	Rp 8.000
11	Penyangga Bak penampung	1 buah	Rp 100.000	Rp 100.000
12	Meja tempat Reaktor	3 buah	Rp 30.000	Rp 90.000
Total				Rp 1.193.820

Dari **Tabel 4.15** tentang RAB alternatif desain reaktor B dapat diketahui bahwa harga total perakitan alat tersebut sampai siap digunakan seharga Rp 1.193.820.

4.11.4 RAB Alternatif Desain Reaktor C

Berikut merupakan tabel RAB alternatif desain reaktor C disajikan dalam **Tabel 4.17.**

Tabel 4.18 Rencana Anggaran Biaya Perakitan Alternatif Desain Reaktor C

No	Bahan	Jumlah	Harga	Total Harga
1	Reaktor filter (pvc 6")	2,4 meter	Rp 180.050	Rp 432.120
2	Bak penampung			
	Bak Ø 37 cm	1 buah	Rp 45.000	Rp 45.000
	Bak Ø 44 cm	1 buah	Rp 80.000	Rp 80.000
	Bak penampungan hasil olahan	1 buah	Rp 25.000	Rp 25.000
3	Pompa Submersible	1 buah	Rp 110.000	Rp 110.000
4	Aksesoris Pipa			
	Pipa Pvc 1/2"	4,8 meter	Rp 5.500	Rp 26.400
	Ball Valve	5 buah	Rp 5.000	Rp 25.000
	Tee	1 buah	Rp 2.000	Rp 2.000
	Elbow	7 buah	Rp 2.000	Rp 14.000
	Watermur	2 buah	Rp 5.000	Rp 10.000
	Kran	1 buah	Rp 13.000	Rp 13.000
	Selang	3 meter	Rp 10.000	Rp 30.000
	Strainer	2 buah	Rp 6.500	Rp 13.000
	Sock drat	2 buah	Rp 3.000	Rp 6.000
5	Media Filter			
	Media pasir silika	5,7 kg	Rp 5.000	Rp 28.500
	Media karbon aktif	3,6 kg	Rp 20.000	Rp 72.000
	Media Manganese Greensand	5,4 kg	Rp 22.000	Rp 118.800
6	Media Penyangga			
	Kerikil Ø 4 - 5 mm	1,5 kg	Rp -	Rp -
	Kerikil Ø 10 - 20 mm	3,2 kg	Rp -	Rp -
7	Sekat Media ukuran 15 x 15 x 4 cm	6 buah	Rp 9.000	Rp 54.000
8	Jirigen 25 liter	1 buah	Rp 35.000	Rp 35.000
9	Sale Tape	1 buah	Rp 5.000	Rp 5.000
10	Lem Pipa	1 buah	Rp 8.000	Rp 8.000
11	Penyangga Bak penampung	1 buah	Rp 100.000	Rp 100.000

“Artinya: Hai jama'ah jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, Maka lintasilah, kamu tidak dapat menembusnya kecuali dengan kekuatan.”

Makna tersirat dari ayat tersebut mengungkapkan bahwa kita (manusia) diperbolehkan Allah untuk menjelajah lebih luas dengan kemampuan dan kekuatan yang dimiliki. Dalam penafsiran kekuatan ini adalah tentang ilmu pengetahuan sains dan teknologi. Jika dilihat dari konteks tugas akhir ini yaitu dilakukannya pengembangan atau inovasi baru terkait dengan teknologi pengolahan limbah *laundry* dengan susunan media yang berbeda dari penelitian sebelum-sebelumnya.

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Prototype* reaktor filter limbah cair *laundry* skala rumah tangga menggunakan multimedia filter yaitu gabungan pasir silika, karbon aktif, dan *manganese greensand*. Ketebalan masing-masing media filter yaitu 10 cm, ketebalan sekat antar media 3 cm, dan ketebalan media penyangga 15cm. Unit filter dioperasikan secara *down flow* dengan memanfaatkan sistem gravitasi.
2. Kualitas limbah cair *laundry* sebelum dilakukan pengolahan yaitu semua parameter ujinya tidak memenuhi baku mutu terkecuali untuk parameter pH dan TSS. Setelah dilakukannya pengolahan, pada pengambilan menit ke-30 semua parameter uji memenuhi baku mutu kecuali fosfat. Pada saat pengambilan menit ke-60 hanya 3 parameter uji yang memenuhi baku mutu. Pada saat pengambilan menit ke-90 hanya 2 parameter uji yang memenuhi baku mutu yaitu TSS dan pH.
3. Efisiensi removal BOD₅, COD, TSS, Fosfat, dan pH terbaik masing-masing pada menit ke-30 (68,56%), menit ke-30 (65,78%), menit ke-90 (6,67%), menit ke-60 (16,35%), dan menit ke-90 (12,04%).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan uji coba pengujian kembali apabila reaktornya diperbesar 3x dari ukuran prototype
2. Perlu ditambahkan pretreatment sebelum masuk ke reaktor filter yaitu dengan elektrokoagulasi

DAFTAR PUSTAKA

- Adiastuti, F. E., & Ratih, Y. W. (2018). *Kajian Pengolahan Air Limbah Laundry Dengan Metode Adsorpsi Karbon Aktif Serta Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan Azolla*. 15(1), 9.
- Agustina, T. E., Faizal, M., & Aprianti, T. (2014). *Application of Activated Carbon and Natural Zeolite for Phosphate Removal from Laundry Wastewater*. 6.
- Aliman. (2017). *Pengaruh Absorpsi Karbon Aktif & Pasir Silika Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe), Fosfat (Po₄), Dan Deterjen Dalam Limbah Laundry*. [Skripsi].
- Aljbour, S. H., Al-Harashsheh, A. M., Aliedeh, M. A., Al-Zboon, K., & Al-Harashsheh, S. (2017). *Phosphate removal from aqueous solutions by using natural Jordanian zeolitic tuff*. *Adsorption Science & Technology*, 35(3–4), 284–299.
- Anonim. (2020). <http://www.purewateroccasional.net/hwinoutwholehouse.html>. Diakses pada 8 Januari 2020, Jam 18.30 WIB.
- Anonim. (2020). <https://www.nazava.com/shop/pasir-silika-jawa/>. Diakses pada 8 Januari 2020, Jam 19.00 WIB.
- Anonim. (2020). <https://inviro.co.id/product/manganese-greensand-1-zak-isi-25-kg/>. Diakses pada 8 Januari 2020, Jam 19.10 WIB
- Artiyani, A., & Firmansyah, N. H. (2016). *Kemampuan Filtrasi Upflow Pengolahan Filtrasi Up Flow Dengan Media Pasir Zeolit Dan Arang Aktif Dalam Menurunkan Kadar Fosfat Dan Deterjen Air Limbah Domestik*. 6(1), 8.
- Assiddieq, M., Darmayani, S., & Kudonowarso, W. (2017). *The use of silica sand, zeolite and active charcoal to reduce BOD, COD, and TSS of laundry waste water as a biology learning resources*. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 3(3), 202.
- Atima, W. (2015). *BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air*. 4(1), 11.
- Darmasetiawan. (2001). *Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air*, Yayasan Suryono, Bandung

- Elfrida, D. (2017). *Penurunan Salinitas Air Payau Menggunakan Filter Media Zeolit Teraktivasi Dan Arang* [Tugas Akhir]. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Febiary, I. (2016). *Efektivitas Aerasi, Sedimentasi, Dan Filtrasi Untuk Menurunkan Kekeruhan Dan Kadar Besi (Fe) Dalam Air*. 8(1), 8.
- Gemala, M., & Oktarizal, H. (2019). *Rancang Bangun Alat Penyaringan Air Limbah Laundry*. Chempublish Journal, 4(1), 38–43.
- Handarsari, E., Hidayah, F. F., & Sya'di, Y. K. (2017). *D eseminasi: Pembuatan Air Bersih Dengan Memanfaatkan Air Hujan Melalui Penyaring Pipa Bersusun Berbasis Adsorben Alami*. 8.
- Hari P, B., Hendriyana, Nurdini, L., Amrializzia, D., & Fitri U, A. (2015). *Pengolahan Limbah Laundry dengan Memanfaatkan Limbah Logam Berbentuk Spiral Sebagai Elektroda Secara Elektrokoagulasi*.
- Hermassi, M., Valderrama, C., Moreno, N., Font, O., Querol, X., Batis, N., & Cortina, J. L. (2016). *Powdered Ca-activated zeolite for phosphate removal from treated waste-water: Powdered Ca-activated zeolite for phosphate removal*. Journal of Chemical Technology & Biotechnology, 91(7), 1962–1971.
- Hernaningsih, T. (2016). *Tinjauan Teknologi Pengolahan Air Limbah Industri Dengan Proses Elektrokoagulasi*. 9(1), 16.
- Juherah, J., & Ansar, M. (2019). *Pengolahan Limbah Cair Dengan Elektrokoagulasi Dalam Menurunkan Kadar Fosfat (PO₄) Pada Limbah Laundry*. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, 18(2), 106. <https://doi.org/10.32382/sulolipu.v18i2.1142>
- Koesputri, Amalia Safira, and Hanan Lanang Dangiran. (2016). *Pengaruh Variasi Lama Kontak Tanaman Melati Air (Echinodorus Palaefolius) Dengan Sistem Subsurface Flow Wetlands Terhadap Penurunan Kadar Bod, Cod Dan Fosfat Dalam Limbah Cair Laundry*. Jurnal Kesehatan Masyarakat 4 (2016): 9.

- Sulistiyorini, I. S., Edwin, M., & Arung, A. S. (2016). *Analisis Kualitas Air Pada Sumber Mata Air di Kecamatan Karang dan Kaliorang Kabupaten Kutai Timur*. 4.
- Suprianofa, C. (2016). *Pembuatan Karbon Aktif Ari Kulit Durian Sebagai Adsorben Zat Warna Dari Limbah Cair Tenun Songket Dengan Aktivator Koh*.
- Tchobanoglous, G., Button, F., & Stensel, D. (2001). *Waste Water Engineering*.
- Ubaedilah, U. (2017). Analisa Kebutuhan Jenis Dan Spesifikasi Pompa Untuk Suplai Air Bersih Di Gedung Kantin Berlantai 3 Pt Astra Daihatsu Motor. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(3), 30.
- Widyastuti, S., & Sari, A. S. (2011). *Kinerja Pengolahan Air Bersih Dengan Proses Filtrasi Dalam Mereduksi Kesadahan*. 09, 12.
- Wimpenny, J., Manz, W., Szewzyk, U. (2000). *Heterogeneity in Biofilms*, FEMS Microbiol
- Yunarsih, N. M., Manurun, M., & Putra, K. G. D. (2013). *Efektifitas Membran Khitosan Dari Kulit Udang Galah*. *Journal of Applied Chemistry*, 1, 8.