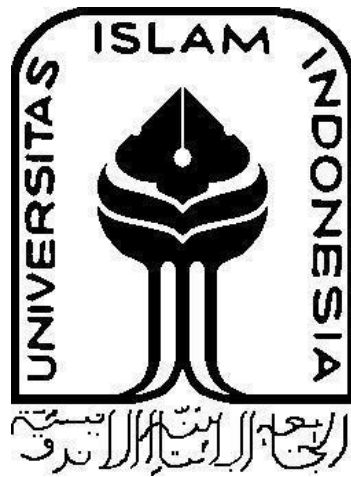


TA/TL/2023/1665

TUGAS AKHIR
PENGOLAHAN LIMBAH *LAUNDRY* DENGAN METODE
FILTRASI

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



MUHAMMAD IKRAR LALIJO

18513152

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023

TUGAS AKHIR
PENGOLAHAN LIMBAH LAUNDRY DENGAN METODE
FILTRASI

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (SI) Teknik Lingkungan

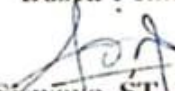


MUHAMMAD IKRAR LALJO

18513152

Disetujui,

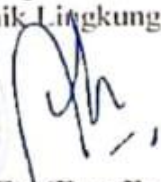
Dosen Pembimbing


Eko Siswoyo, ST, MSc.ES, Ph.D.

NIK : 025100406

Tanggal: 18 Oktober 2023

Mengetahui,
Kepala Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII


Any Juliani, S.T., M. Sc. (Res. Eng.), Ph.D.

NIK : 045130401

Tanggal: 18 Oktober 2023

(halaman ini sengaja dikosongkan)

HALAMAN PENGESAHAN

**PENGOLAHAN LIMBAH *LAUNDRY* DENGAN
METODE FILTRASI**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji
Hari : Rabu
Tanggal : 18 Oktober 2023




Disusun Oleh :
MUHAMMAD IKRAR LALIJO
18513152

Tim Penguji :

Eko Siswoyo, S.T., MSc.ES, Ph.D.

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T

Any Juliani, S.T., M.Sc.(Res. Eng.), Ph.D.

()
() 12/10²³
()

(halaman ini sengaja dikosongkan)

PERNYATAAN

Sehubungan dengan diajukannya karya tulis ini maka penulis menyatakan bahwa :

1. Karya tulis ini merupakan karya tulis orisinal dan belum diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia dan di perguruan tinggilainnya.
2. Karya tulis ini adalah hasil dari buah pemikiran, gagasan dan penelitian penulis sendiri, tanpa intervensi dari manapun melainkan arahan daripada Dosen Pembimbing.
3. Dalam penulisan karya tulis ini tidak terdapat tulisan dan karya orang lain, kecuali dengan acuan yang sumbernya telah dituliskan pada naskah daftar pustaka.
4. Pernyataan ini penulis buat dengan kesungguhan dan jika di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan dari Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, Rabu 18 Oktober 2023



Muhammad Ikrar Laliyo

NIM :18513152

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas nikmat dan berkah-Nya sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan. **Pengolahan Limbah Laundry Dengan Metode Filtrasi** adalah tema yang dipilih dalam penelitian ini yang dilaksanakan sejak Desember 2022. Laporan tugas akhir ini disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar sarjana di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan berkat dukungan dan bimbingan dari seluruh pihak. Penulis mengucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kenikmatan dalam bentuk akal sehingga tugas akhir ini merupakan salah satu ijtihad dan diselesaikan dengan baik.
2. Ibu Sulianti Usman selaku ibu yang sedari dini memberikan nasehat dan segala bentuk dukungan sehingga peneliti mampu menuntaskan tugas akhir ini.
3. Bapak Zulfahmid Lalijo yang telah mendidik penulis sehingga memiliki pribadi dan pengetahuan yang luas seperti sekarang.
4. Aisyah Salsabila Pou yang telah menemani penulis yang semoga akan menemani hidup penulis dikala suka maupun duka.
5. Nazla Lalijo adik dari penulis yang menjadi tempat cerita dan saudara kandung penulis satu-satunya.
6. Bapak Eko Siswoyo, ST, MSc.ES, MSc, Ph.D. Selaku orang tua penulis selama berkuliah di Program Studi Teknik Lingkungan FTSP UII yang selalu membimbing baik dari akademik, non akademik, hingga tugas akhir ini.
7. Bapak Muhammad Taufiq selaku pemilik Nazua Laundry, yang telah bersedia membantu melancarkan karya tulis ini.
8. Pengurus Laboratorium khususnya asisten Laboratorium Teknik Lingkungan FTSP UII yang telah menemani dan membimbing penulis selama perkuliahan hingga pengerjaan tugas akhir.
9. Teman-teman satu tingkat Program Studi Teknik Lingkungan angkatan 2018 yang selalu memberi dukungan penuh selama masa kuliah penulis.
10. Semua rekan penulis yang tidak mampu penulis sebutkan yang telah membantu penulis hingga di titik ini.

Penulis sadar bahwa laporan tugas akhir ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, koreksi berupa kritik dan saran yang membangun diharapkan agar laporan ini mendekati kata sempurna. Semoga laporan ini mampu menjadi referensi penelitian yang bermanfaat bagi nusa dan bangsa.

ABSTRAK

Modernisasi dan pertumbuhan penduduk yang sangat cepat membuat kebutuhan akan penyedia jasa *laundry* semakin besar. Dengan banyaknya penggunaan jasa *laundry* peningkatan limbah *laundry* juga semakin meningkat. Limbah *laundry* yang tidak diolah mengakibatkan pencemaran air semakin besar. Maka dibutuhkan pengolahan limbah *laundry* sebelum dilepaskan ke lingkungan. Pengolahan tersebut ditujukan untuk mengurangi kadar pencemar yang terkandung dalam limbah hasil pencucian pakaian seperti surfaktan, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), dan *Total Dissolved Solid* (TDS). Dalam pengolahannya metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode filtrasi. Metode ini menggunakan media zeolit dan pasir silika. Limbah diambil dari salah satu penyedia jasa *laundry*. Zeolit dan pasir silika yang digunakan divariasikan dengan beberapa ketebalan yang berbeda. Ketebalan pada tiap media dimulai dari 30 cm, 40 cm, dan 50 cm. Hal ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh ketebalan media pada proses filtrasi. Pada penelitian ini zeolit dan pasir silika dipisah dalam dua reaktor yang berbeda. Sehingga limbah akan dimasukkan kedalam reaktor zeolit kemudian diteruskan pengolahannya ke reaktor pasir silika. Dalam penelitian ini secara keseluruhan reaktor memiliki nilai persentase *removal* paling besar pada surfaktan, COD, TSS, dan TDS adalah sebesar 96%, 73%, 57%, dan 39% dengan nilai parameter pencemar surfaktan sebesar 0,47 mg/L, COD sebesar 27,77 mg/L, TSS sebesar 25,06 mg/L, dan TDS sebesar 144 mg/L. Berdasarkan ketebalan media filter didapati reaktor pengolahan limbah *laundry* dengan media zeolit dan pasir silika memiliki efisiensi *removal* paling besar dalam mengolah surfaktan pada ketebalan 50 cm dengan efisiensi zeolit dan pasir silika adalah sebesar 70% dan 93%, pada pengolahan COD efisiensi zeolit dan pasir silika adalah sebesar 42% dan 55%, pada pengolahan TSS efisiensi zeolit dan pasir silika adalah sebesar 41% dan 33%, pada pendolahan TDS efisiensi zeolit dan pasir silika adalah sebesar 31% dan 19%.

Kata Kunci : COD, Filtrasi, Limbah *Laundry*, Surfaktan, TSS, TDS.

ABSTRACT

The rapid modernization and population growth have led to an increasing demand for laundry services. With the widespread use of laundry services, the generation of laundry waste has also increased. Untreated laundry waste contributes to a significant increase in water pollution. Therefore, wastewater treatment is required before it is released into the environment. This treatment is aimed at reducing the levels of pollutants present in the wastewater from clothes washing, such as surfactants, Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), and Total Dissolved Solids (TDS). The method used in this research for wastewater treatment is the filtration method. The waste was collected from one of the laundry service providers. This method utilizes zeolite and silica sand as filter media. Zeolite and silica sand are used with different thicknesses, ranging from 30 cm, 40 cm, and 50 cm, to assess the influence of media thickness on the filtration process. In this study, zeolite and silica sand are placed in separate reactors. Therefore, wastewater is first introduced into the zeolite reactor and then processed in the silica sand reactor. Overall, in this study, the reactors achieved the highest percentage removal for surfactants, COD, TSS, and TDS at 96%, 73%, 57%, and 39%, respectively. The pollutant parameter values after treatment were as follows: surfactants at 0.47 mg/L, COD at 27.77 mg/L, TSS at 25.06 mg/L, and TDS at 144 mg/L. Based on the filter media thickness, it was found that the wastewater treatment reactor using zeolite and silica sand achieved the highest removal efficiency for surfactants with a media thickness of 50 cm, with zeolite and silica sand efficiencies of 70% and 93%, respectively. For COD treatment, the efficiencies of zeolite and silica sand were 42% and 55%, respectively. For TSS treatment, the efficiencies of zeolite and silica sand were 41% and 33%, respectively. For TDS treatment, the efficiencies of zeolite and silica sand were 31% and 19%, respectively.

Keyword : COD, Filtration, Laundry waste water, Surfactant, TSS, TDS.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN.....	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Mafaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Limbah <i>Laundry</i>	4
2.2 Filtrasi	4
2.2.1 Zeolit	5
2.2.2 Pasir Silika	6
2.3 Parameter Pencemar.....	6
2.3.1 Surfaktan	6
2.3.2 COD	7
2.3.3 TDS	8
2.3.4 TSS.....	8
2.4 Spketrofotometri	9
2.5 Baku Mutu Limbah <i>Laundry</i>	10
2.6 Penelitian Terdahulu	10
BAB III METODE PENELITIAN.....	12
3.1 Tahapan Penelitian	12
3.2 Metode Penelitian.....	13

3.2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2.2 Desain Reaktor Filtrasi.....	13
3.2.3 Pengondisian Sampel dan Reaktor.....	16
3.2.4 Variabel Penelitian	17
3.2.5 Metode Uji Sampel	17
3.2.6 Metode Analisis	18
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA	19
4.1 Analisis Konsentrasi Surfaktan	19
4.2 Analisis Konsentrasi COD	22
4.3 Analisis Konsentrasi TSS.....	25
4.4 Analisis Konsentrasi TDS	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah <i>laundry</i>	10
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	11
Tabel 3.1 Konsentrasi Sampel.....	16
Tabel 4.1 Hasil Ringkasan Pengujian Surfaktan.....	20
Tabel 4.2 Hasil Ringkasan Pengujian COD.....	23
Tabel 4.3 Hasil Ringkasan Pengujian TSS	26
Tabel 4.4 Hasil Ringkasan Pengujian TDS.....	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	12
Gambar 3.2 Desain Reaktor Filtrasi	13
Gambar 3.3 Tahapan Cara Kerja Reaktor	15
Gambar 4.1 Nilai Konsentrasi Surfaktan Setelah Treatment	21
Gambar 4.2 Nilai Konsentrasi COD Setelah Treatment	24
Gambar 4.3 Nilai Konsentrasi TSS Setelah Treatment.....	27
Gambar 4.4 Nilai Konsentrasi TDS Setelah Treatment	30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Absorbansi COD	38
Lampiran 2 : Absorbansi Surfaktan	39
Lampiran 3 : Massa Kertas Saring TSS	40
Lampiran 4 : Hasil Ukur TDS Meter	42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kondisi lingkungan merupakan isu yang menjadi sorotan dan masif didiskusikan saat ini. Hal ini tidak jauh dari kecenderungan manusia abad 21 yang memilih untuk melakukan kegiatan dengan praktis dan cepat. Salah satunya adalah kegiatan mencuci pakaian. Saat ini orang-orang tidak sedikit yang menggunakan jasa *Laundry*. Sehingga banyak juga para pelaku usaha *Laundry* yang tersebar disetiap sudut kota. Di Yogyakarta misalnya, *Laundry* sudah tidak asing karena banyaknya kampus dan mahasiswa pendatang yang kuliah di DIY.

Perkembangan *home industry Laundry* yang semakin meningkat mengakibatkan air limbah yang dihasilkan semakin banyak. Sebagian besar limbah cair tersebut dibuang ke sungai, danau, dan laut tanpa pengolahan terlebih dahulu (Braga, 2014). Dengan banyaknya limbah *Laundry* ke lingkungan dapat mengganggu kondisi kesetimbangan lingkungan. Dalam kondisi aktualnya, bahan pencuci dominan digunakan oleh para penyedia jasa *Laundry* adalah *detergen* karena bahan tersebut sangat efektif dibandingkan dengan sabun biasa. *Detergen* sendiri terdiri dalam bentuk senyawa ionik, secara spesifik yakni natrium tripolifosfat digunakan sebagai builder dan surfaktan (Wardhana, et. al., 2013).

Adanya pencemaran oleh limbah *Laundry* perlu ditangani dengan tepat sebelum terjadinya krisis lingkungan hidup yang mengganggu kesetimbangan alam. Limbah *Laundry* biasanya mengandung zat seperti surfaktan anionik dan fosfat. Zat tersebut yang mampu menyebabkan fenomena eutrofikasi apabila melebihi nilai baku mutu yang sudah ditentukan. Zat yang paling sering digunakan adalah surfaktan anionik. Karena dalam proses pembuatannya mudah dan murah. Umumnya pembuatan detergen menggunakan *Alkyl Benzene Sulfonate (ABS)* dan *Linear Alkyl Benzene Sulfonate (LAS)* (Apriyani, 2017).

Limbah detergen ini menghasilkan berbagai bahan aktif yang sering dilepas ke perairan. Perairan limbah rumah tangga saat ini banyak tercemar oleh fosfat dan ortofosfat yang bersumber dari limbah detergen. Bahan aktif ini dapat

mengakibatkan kematian biota perairan, bioakumulasi, berubahnya tingkah laku, perubahan sistem imun, tingkat reproduksi dan distribusi (Ibrahim, 2017).

Maka dalam hal ini diperlukan suatu reaktor pengolahan limbah *Laundry* dengan metode filtrasi yang efisien yang menjadi solusi bagi masyarakat. Reaktor pengolahan limbah *Laundry* dengan metode filtrasi ini dimaksudkan untuk menghilangkan pencemar sebelum limbah atau sisa pencucian tersebut dibuang ke lingkungan. Dengan adanya reaktor pengolahan limbah *Laundry* dengan metode filtrasi diharapkan dapat mengurangi dampak negatif dari limbah *Laundry* bagi lingkungan serta mengurangi kasus pencemaran lingkungan yang selama ini telah terjadi.

Reaktor filtrasi terdiri atas komponen penyaring yakni zeolit serta pasir silika. Zeolit dan pasir silika berfungsi sebagai pengikat senyawa pencemar dalam air. Reaktor filtrasi ini dibuat secara kontinyu. Media pasir silika dan zeolit sering digunakan dalam proses filtrasi karena selain efisien harganya sangat terjangkau. Zeolit mampu menyaring kotoran yang tidak terlalu besar dalam air sedangkan pasir silika mampu menghilangkan endapan, lumpur serta partikel asing yang terkandung dalam air (Sitompul, et. al., 2022).

Oleh karena itu penelitian tentang reaktor filtrasi limbah *Laundry* ini diharapkan mampu menjadi sebuah alternatif untuk mengurangi pencemaran lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apa saja faktor yang memengaruhi efisiensi reaktor dalam penurunan konsentrasi TSS, TDS, COD, dan Surfaktan ?
2. Berapa besar penurunan konsentrasi TSS, TDS, COD, dan Surfaktan dari hasil reaktor pengolahan limbah *Laundry* ?

1.3 Tujuan

1. Mengidentifikasi faktor ketebalan media filter terhadap efisiensi penurunan konsentrasi TSS, TDS, COD, dan Surfaktan pada reaktor filtrasi.
2. Menghitung penurunan konsentrasi TSS, TDS, COD, dan Surfaktan dari hasil reaktor pengolahan limbah *Laundry*.

1.4 Mafaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan akan memberi manfaat sebagai berikut :

1. Menawarkan alternatif berbentuk sebuah reaktor filtrasi yang mampu mengurangi konsentrasi pencemar dari limbah *Laundry*.
2. Membantu masyarakat dalam mengurangi pencemaran pada sungai khususnya pada limbah *Laundry*.
3. Menjadi acuan para peneliti berikutnya dalam menciptakan reaktor yang lebih efisien berdasarkan evaluasi penelitian ini.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini mencakup beberapa hal berikut antara lain :

1. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia.
2. Penelitian ini dilaksanakan dalam kurun waktu satu semester genap tahun ajaran 2022/2023.
3. Penelitian ini berfokus pada pembuatan reaktor bagian filtrasi menggunakan media zeolit dan pasir silika, serta efisiensi dari reaktor filtrasi yang telah di desain.
4. Limbah yang digunakan pada penelitian ini dihasilkan sendiri dari hasil dengan variabel yang sudah ditentukan.
5. Dalam pengujian sampel menggunakan beberapa SNI sebagai berikut ;
 - a. SNI 06-6989.51-2005; Cara Uji Surfaktan Anionik dengan Spektrofotometrik Metilen Blue
 - b. SNI 6989.2:2009; Cara Uji *Chemical Oxygen Demand* (COD) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri
 - c. SNI 06-6989.3-2004; Cara Uji *Total Suspended Solid* (TSS) secara gravimetri
 - d. SNI 06-6989.27:2005; Cara Uji *Total Disolved Solid* (TDS) secara gravimetri
6. Air limbah melalui reaktor filtrasi dengan sistem kontinyu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah *Laundry*

Deterjen yang dihasilkan oleh limbah *Laundry* mengandung fosfat yang merupakan hasil dari *Sodium Tripolyphosphate (STTP)*. STTP adalah bahan yang dominan kadarnya dalam deterjen (Sulistiyani & Fitrianingtyas, 2011). Biasanya *polyphosphate* dalam deterjen dihidrolisis oleh tumbuhan dan berubah menjadi *orthophosphate (PO₄⁻³)* dan kemudian siap digunakan oleh tumbuhan (Arifah, 2011). Karakterisasi air limbah domestik biasanya disimbolkan dengan *grey water* dan *black water*. *Grey water* merupakan limbah domestik yang dihasilkan dari pencucian piring, bekas mandi, dan pencucian pakaian (*Laundry*). Limbah cair *Laundry* berasal dari sisa kegiatan pencucian pakaian. Sehingga air limbah tersebut bisa digolongkan ke dalam kategori *grey water*. Dalam 10 tahun belakangan ini pengaruh perubahan *grey water* sangatlah signifikan. Hal ini dikarenakan adanya perubahan formula pada produk – produk *Laundry* seperti softener, deterjen, pemutih, dan jenis produk *Laundry* lainnya (Legiso, et. al., 2020). Apabila mampu dikendalikan sebelum dialirkan ke dalam Daerah Aliran Sungai (DAS), maka akan dapat menjauhkan dampak negatif yang terjadi pada lingkungan (Mahida, 2008).

2.2 Filtrasi

Filtrasi adalah suatu proses dalam pengolahan air dengan cara mengalirkan air atau larutan melalui beberapa media filter tercipta dari material yang ketebalan dan diameternya sudah ditentukan, hal ini difungsikan untuk mereduksi material yang terlarut maupun tidak (*biological floc*) yang merupakan *effluent* dari biologis (Fatimatus, 2022). Filtrasi dapat diartikan sebagai salah satu teknologi yang lumrah digunakan karena murah, sederhana, efisien, dan efektif (Khairunnisa, 2021). Filter media dapat terdiri atas beberapa kombinasi material yakni kerikil, pasir, karbon aktif, dan ijuk. Setiap material memiliki kegunaan yang sama untuk mereduksi partikel koloid ataupun yang tersuspensi dalam air limbah (Selfia, 2022). Media filter dengan pengondisian yang tepat dapat digunakan dalam menghilangkan zat organik dan kimia yang ada di dalam air limbah antara lain seperti minyak, karat lumpur, warna dan kekeruhan (Sulastri & Nurhayati, 2014). Dalam pemenuhan

standar baku mutu dan pengolahan limbah yang baik dibutuhkan ketepatan penggunaan material filter agar pengolahan air limbah lebih optimal dan sesuai yang diharapkan (Purwono & Karbito, 2013).

2.2.1 Zeolit

Adsorpsi merupakan metode penanganan yang tepat dalam penanganan permasalahan logam berat. Terganggunya lingkungan oleh logam berat dapat di tangani secara fisik maupun kimiawi. Metode adsorpsi sendiri mengikat logam berat yang terkontaminasi pada perairan dengan selektivitas cukup tinggi (Renni, et. al., 2015). Ca dan Na yang termasuk dalam logam alkali dan alkali tanah mampu menghindrasi senyawa alumino silikat hidrat yang merupakan asal usul terbentuknya zeolit. Umumnya zeolit mempunyai sifat kristal yang lumayan lunak, dengan densitas atau berat jenis 2-2-4, zeolit memiliki warna kristal putih cokelat atau kebiruan. Kristal zeolit mempunyai penampakan tiga dimensi berongga dan tidak memiliki batas. Rongga dari kristal ini berikatan dengan yang lain sehingga menciptakan sebuah saluran ke berbagai arah. Ukuran saluran dipengaruhi oleh garis tengah pada alkali atau alkali tanah yang terletak pada strukturnya dan terisi oleh air kristal. Cara mengeluarkan air kristal dengan memanaskan sehingga mudah terjadinya pertukaran ion daripada alkali dan alkali tanah dengan ion atau elemen yang lain. Zeolit pada proses filter sebagai media yang dimaksudkan untuk membunuh bakteri dan mereduksi dengan mengikat logam yang terlarut di dalam air (Sukandarrumidi, 2018).

Menurut (Sitorus, 2022) zeolit memiliki sifat-sifat kimia antara lain:

1. Dehidrasi

Serapan daripada zeolit dipengaruhi oleh sifat dehidrasinya. Zeolit memiliki keunikan pada struktur yang berada di porinya dan bersifat khusus. Pada bagian pori zeolit terdapat kation atau molekul air. Ketika kation sudah dilepaskan maka zeolit memiliki ruang yang kosong di bagian porinya.

2. Penyerapan

Ketika kondisi normal ruang hampa yang terdapat pada zeolit diisi oleh molekul air yang berada di sekitar kation. Ketika suhu zeolit

dinaikkan maka air tersebut akan keluar. Sehingga zeolit sudah bisa difungsikan sebagai penyerap gas maupun cairan.

3. Penukar ion

Kenetralan zeolit disebabkan oleh ion berongga milik zeolit. Pertukaran muatan dan ion dipengaruhi oleh ukuran, muatan dan jenis zeolit. Ion-ion tersebut bergerak bebas. Sebagai penukar ion zeolit diantaranya bergantung daripada sifat kation, suhu serta jenis anion.

4. Penyaring/ pemisah

Zeolit mampu menjadi filter molekul dan pemisah didasarkan pada disparitas bentuk ukuran dan juga porositas molekul yang dijerat. Hal ini disebabkan zeolit memiliki ruang hampa yang besar. Molekul yang memiliki ukuran lebih besar dari ruang hampa akan dijerat.

2.2.2 Pasir Silika

Pasir silika merupakan jenis pasir yang memiliki banyak kegunaan bagi manusia. Beberapa kegunaan pasir silika antara lain bisa digunakan sebagai standar bahan kaca, keramik serta dijadikan sebagai media filter air. Biasanya daerah yang terdapat banyak pasir silika ialah kontinen kerak bumi. Bentuk murni dari pasir silika atau kuarsa adalah prisma segi enam dengan ujung piramida segi enam. Di Indonesia pasir silika banyak ditemukan di daerah Bangka dan daerah wilayah Bandar Lampung. Pasir asal Bandar Lampung biasa disebut pasir silika lampung (Sandi, 2018).

2.3 Parameter Pencemar

2.3.1 Surfaktan

Surfaktan (*Surface Active Agent*) adalah senyawa yang mampu menurunkan tegangan permukaan air. Surfaktan berguna untuk mengangkat noda dan kotoran pada pakaian baik yang bersifat hidrofilik atau larut dalam air maupun hidrofobik yang tidak larut dalam air. Hal ini dikarenakan surfaktan memiliki dua ujung yang berbeda yakni hidrofilik yang mengikat senyawa atau unsur yang larut dalam air dan hidrofobik yang mengikat larutan yang tidak larut dalam air (satu rantai karbon atau lebih). Ujung hidrofobik terbentuk atas satu rantai atau lebih banyak senyawa hidrokarbon yang mengandung 12 atom karbon atau lebih. Ion-ion dan molekul-

molekul yang teradsorpsi pada antar muka tersebutlah yang dinamakan surfaktan atau *surface active agent*. Karena memiliki affinitas tertentu pada pelarut non polar maupun polar maka surfaktan disebut juga amfifil. Hal ini bergantung pada sifat dan jumlah dari gugus-gugus nonpolar dan polar tersebut. Sifat lipofilik (suka minyak), sifat hidrophilik (suka air), ataupun sifat ekstrim yang mencakup keduanya bisa dimiliki oleh amfifil. Struktur surfaktan dikelompokkan dalam menjadi empat kelompok yakni anionik, nonionik, kationik, dan zwitterionik atau amfoterik (Apriyani, 2017).

Permukaan air yang tertutup oleh busa detergen merupakan akibat dari pemakaian detergen. Hal ini dapat berdampak pada kehidupan mikroorganisme di dalam air. Secara garis besar detergen terbuat dari tiga bahan utama, yakni surfaktan, aditif (pewangi dan pemutih), bulders (senyawa fosfat) (Purnamasari, 2014). Surfaktan bersifat anionik, toksik dan mengganggu stabilnya lingkungan hidup banyak digunakan sebagai detergen. Selain itu surfaktan dapat menyatukan campuran air dan minyak karena memiliki gugus polar dan non polar. Senyawa detergen aktif adalah *Alkylbenzeneulphonates* (LAS) dan *Alkyl Benzene Sulfonat* (ABS). Senyawa yang dominan digunakan yakni senyawa LAS karena senyawa ABS lebih sulit diuraikan. Senyawa LAS dapat menyebabkan warna air menjadi keruh karena mudah diuraikan hal ini didasari oleh sifat senyawa LAS yang bisa terurai pada kondisi aerob (Purnamasari, 2014).

2.3.2 COD

Dalam menyatakan kondisi kualitas air ada beberapa yang menjadi parameter. *Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan salah satu diantaranya. COD adalah jumlah kebutuhan oksigen suatu sampel air yang digunakan untuk mengoksidasi zat-zat organik di dalamnya atau kebutuhan kadar oksigen oleh air untuk mengubah zat organik menjadi CO₂ dan H₂O melalui cara oksidasi. Dalam reaksi ini hampir seluruh zat yakni sekitar 85% dapat dioksidasi menjadi CO₂ dan H₂O dalam suasana asam. Tolak ukur pencemaran air dapat dilihat dari nilai COD karena dengan proses alamiah zat-zat organik bisa teroksidasi melalui proses mikrobiologis sehingga mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Luvita, 2016). COD merupakan kadar oksigen yang dibutuhkan untuk melakukan

oksidasi dan mengoksidasi senyawa organik pada air, sehingga banyaknya senyawa organik yang teroksidasi secara kimia ditunjukkan oleh nilai COD. Menghitung konsentrasi bahan organik biasanya menggunakan pengujian COD dengan cara mengoksidasi bahan organik menggunakan bahan kimia oksidator pekat dalam media kondisi asam (Sari, 2019).

2.3.3 TDS

Total Dissolved Solid (TDS) merupakan partikel yang berukuran diameter $< 10^{-6}$ mm yang terlarut dan koloid yang berukuran diameter 10^{-6} mm – 10^{-3} mm. TDS berupa senyawa kimia dan bahan lainnya yang tidak dapat terjaring kertas saring pada diameter 0,45 μ m (Effendi, 2003). Penyebab TDS biasanya ditimbulkan oleh ion-ion bahan anorganik yang sering ditemukan di perairan. Pelapukan yang terjadi pada batuan, limpasan tanah, faktor antropogenik (berupa limbah industri dan domestik) yang menjadi pengaruh bagi nilai TDS. TDS tergabung dalam baku mutu kriteria air kelas III yakni sebesar 1000 mg/L. Kematian dan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan kehidupan biota air bisa dipengaruhi oleh tinggi dan rendahnya nilai TDS. Konsentrasi TDS yang tinggi juga dapat meningkatkan kekeruhan air atau mengurangi kejernihan air. Akibat dari keruhnya air ini dapat menghambat sinar matahari ke dalam air yang kemudian dapat memengaruhi fitoplankton dalam proses fotosintesisnya. Dan yang paling berbahaya adalah gabungan TDS dengan senyawa toksik serta logam berat menyebabkan peningkatan suhu air (Effendi, 2003).

2.3.4 TSS

Total Suspended Solid (TSS) merupakan zat padat yang menyebabkan kekeruhan air, tidak dapat dilarutkan dan membutuhkan waktu yang lama untuk mengendap, yang terbentuk dari partikel-partikel dengan ukuran maupun beratnya lebih kecil dari endapan atau sedimen dan sebagainya (Nasution, M.I, 2008). Suspensi zat padat adalah tempat dimana terjadinya reaksi-reaksi kimia yang bersifat heterogen, dan hal ini berfungsi sebagai bahan baku pembentuk sedimen permulaan dan mampu mereduksi kemampuan produksi zat organik pada suatu perairan (Tarigan & Edward, 2003). TSS berkorelasi erat dengan erosi oleh saluran sungai dan erosi tanah. TSS memiliki sangat banyak variasi mulai dari 5 mg/L

hingga yang sangat ekstrim 30.000 mg/L pada beberapa sungai. TSS juga merupakan suatu fenomena yang menandakan transportasi sungai dengan sistem nutrisi fosfor, logam, serta berbagai macam bahan kimia industri dan pertanian (Sukmono, 2018).

2.4 Spketrofotometri

Spektrofotometri adalah alat yang terdiri atas spektrometer dan fotometer. Spektrofotometer menciptakan sinar berasal dari spektrum dalam panjang gelombang tertentu dan fotometer berfungsi untuk mengukur intensitas cahaya yang terabsorpsi atau ditransmisikan (Widiastuti, 2016). Spektrum elektromagnetik akan terbagi dalam beberapa daerah cahaya. Senyawa yang diteliti dapat dilihat dari proses diabsorpsinya suatu daerah cahaya oleh atom maupun molekul yang kemudian panjang gelombang cahaya yang diabsorpsi akan menjadi petunjuk struktur senyawa yang akan diteliti. Spektrum elektromagnetik mencakup suatu daerah dari panjang gelombang yang luas dari sinar gamma dengan gelombang pendek berenergi tinggi hingga dengan panjang gelombang mikro (Mustikaningrum, 2015).

Dalam daerah UV dan sinar tampak spektrum absorpsi biasanya tersusun atas beberapa komponen pita absorpsi yang lebar, radiasi oleh sinar dalam daerah UV dan sinar tampak dapat diserap oleh semua molekul. Oleh karena itu mereka memiliki elektron, baik digunakan bersama maupun tidak, yang bisa dieksitasi ke tingkat yang lebih tinggi. Elektron yang terikat di dalam molekul sangat berpengaruh bagi panjang gelombang ketika absorpsi. Elektron dengan ikatan kovalen tunggal sangat erat dengan radiasi energi tinggi yang panjang gelombangnya pendek diperlukan eksitasinya (Wunas, 2011). Spektrofotometri adalah metode yang memberikan keuntungan besar dengan membuat cara sederhana dalam menetapkan kuantitas zat yang dalam ukuran sangat kecil. Spektrofotometri juga memiliki hasil yang cukup akurat. Hasil akurat ini didapat dengan angka yang dibaca langsung oleh detektor serta tercatat dengan bentuk digital dan angka ataupun grafik yang sudah diregresikan (Mustikaningrum, 2015).

2.5 Baku Mutu Limbah *Laundry*

Baku Mutu Air Limbah merupakan nilai batas atau konsentrasi unsur pencemar dan/atau jumlah unsur pencemar yang diketahui keberadaannya di dalam bentuk air limbah yang akan dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha atau kegiatan yang meliputi kegiatan industri, pelayanan kesehatan dan jasa pariwisata. Sedangkan baku mutu limbah *laundry* merupakan nilai batas atau konsentrasi limbah yang dihasilkan dari industri *laundry*. Dalam PERDA DIY nomor 7 Tahun 2016 tentang baku mutu air limbah terdapat nilai baku mutu limbah *laundry* seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Baku Mutu Limbah *laundry*

Parameter	Kadar Pencemar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemar Maksimum (Kg/Ton)
BOD	75	1,5
COD	150	3
TSS	100	2
TDS	2000	40
Detergen	5	0,1
Suhu	3 derajat Celcius terhadap suhu udara	
pH	6 - 9	
Debit Limbah Maksimum (L/kg)	20	

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terkait pengolahan limbah *laundry* telah banyak dilakukan dengan berbagai metode seperti filtrasi, bioremediasi, elektrolisis, dan adsorpsi. Berikut merupakan penelitian terdahulu tentang pengolahan limbah *laundry* pada tabel 2.2.

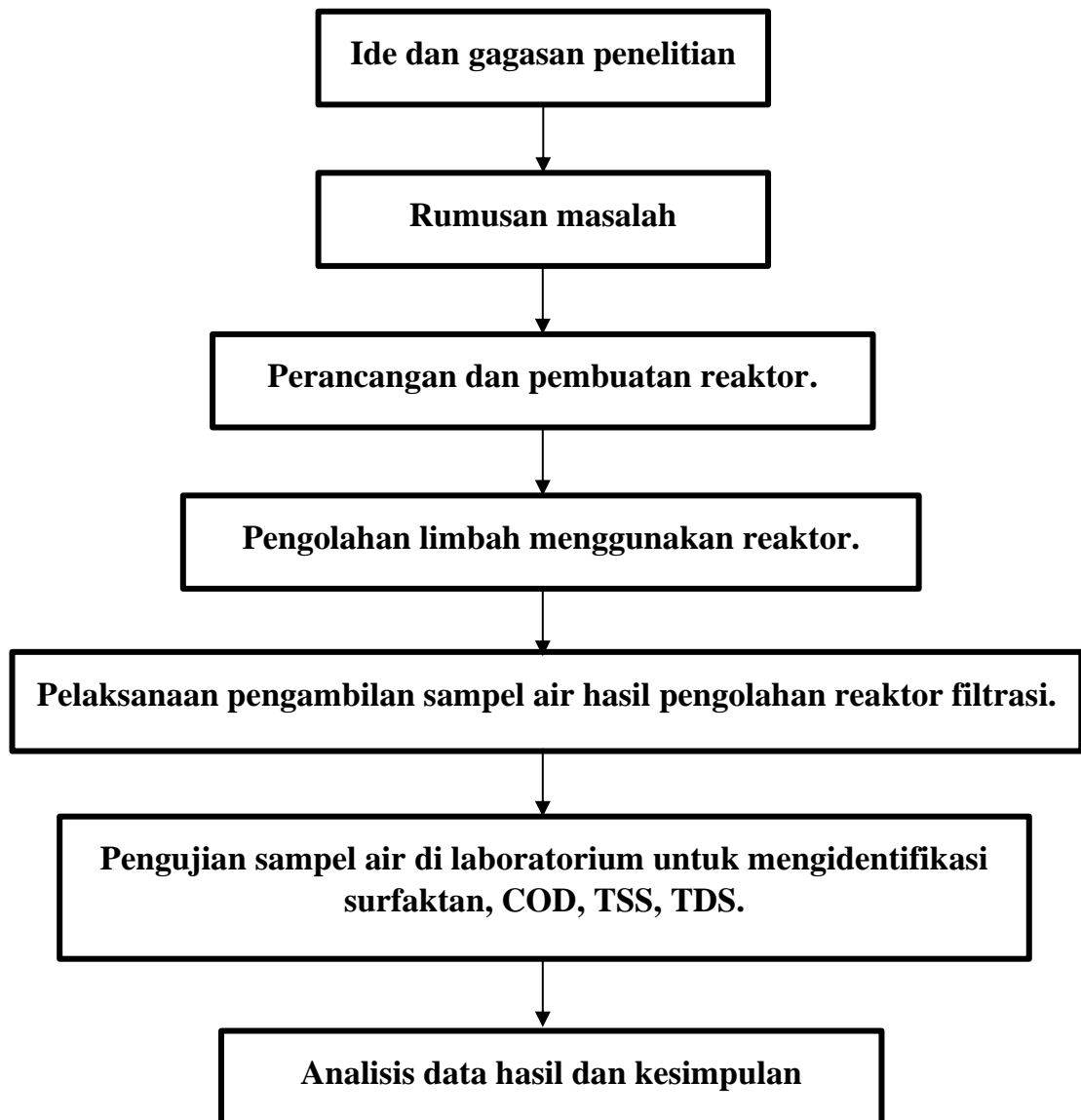
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu

No.	Judul	Nama Peneliti	Tahun	Hasil
1	Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) Dan Fosfat Pada Limbah Laundry Dengan Metode Adsorpsi	Pungut, Muhammad al Khofif, Wildah Diiyah Indah Pratiwi.	2021	1. Karbon aktif dengan ketebalan 40 cm efektif dalam menurunkan konsentrasi COD
				2. Ketebalan media zeolit sebesar 60 cm efektif dalam menurunkan konsentrasi fosfat
2	Penurunan kadar BOD dan COD dalam limbah cair laundry menggunakan kombinasi adsorben alam sebagai media filtrasi	Meity Pungus,Septiany Palilingan,Farly Tumimomor	2019	1. Kombinasi zeolit, arang aktif, pasir silika, antrasit dan ferolit mampu memberikan pengaruh pada penurunan kadar BOD dan COD hingga diatas 50%.
3	Pengaruh Ketebalan Media Biofilter Dan Waktu Tinggal Terhadap Penurunan Kadar Deterjen Pada Pengolahan Limbah Cair Laundry Dengan Biofilter Aerobik	Lilly Andhika	2016	1. Ketebalan 15 cm media Biofilter memiliki efisiensi 63,03% mencapai puncak pada jam ke 26
4	Reaktor Portabel Untuk Mengolah Air Limbah Laundry Dengan Metode Fitoremediasi Dan Filtrasi	M Faridh Al Fadhli	2020	1. Kombinasi fitoremediasi dan filtrasi mampu menurunkan COD, TDS, dan Deterjen akan tetapi pada TSS memiliki kenaikan sebesar 3%
5	Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Metode Fitoremediasi Dan Filtrasi	Fathur Rachman	2022	1. Kombinasi fitoremediasi dan filtrasi mampu menurunkan COD, TDS, dan Deterjen akan tetapi pada TSS memiliki kenaikan sebesar 13%

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang diinterpretasikan dalam bentuk diagram alir seperti pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Metode Penelitian

3.2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

A. Tempat Penelitian

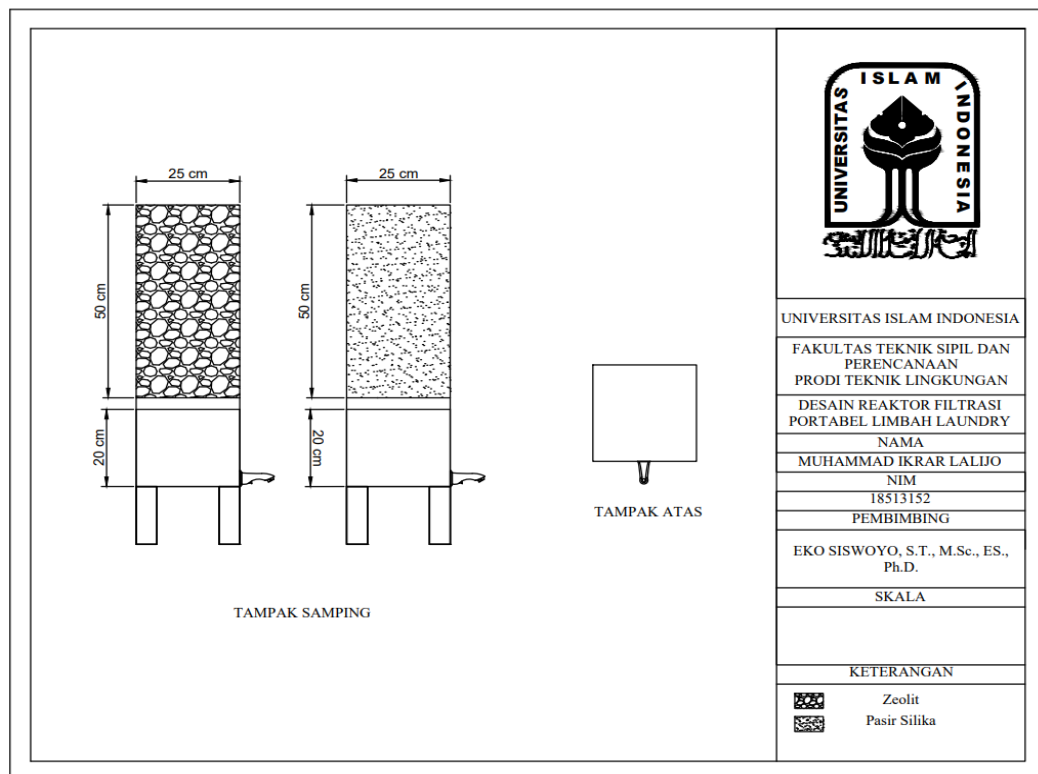
Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

B. Waktu Penelitian

Penelitian akan dimulai pada bulan desember tahun 2022 hingga bulan oktober tahun 2023.

3.2.2 Desain Reaktor Filtrasi

Desain reaktor filtrasi dapat dilihat seperti pada Gambar 3.2.

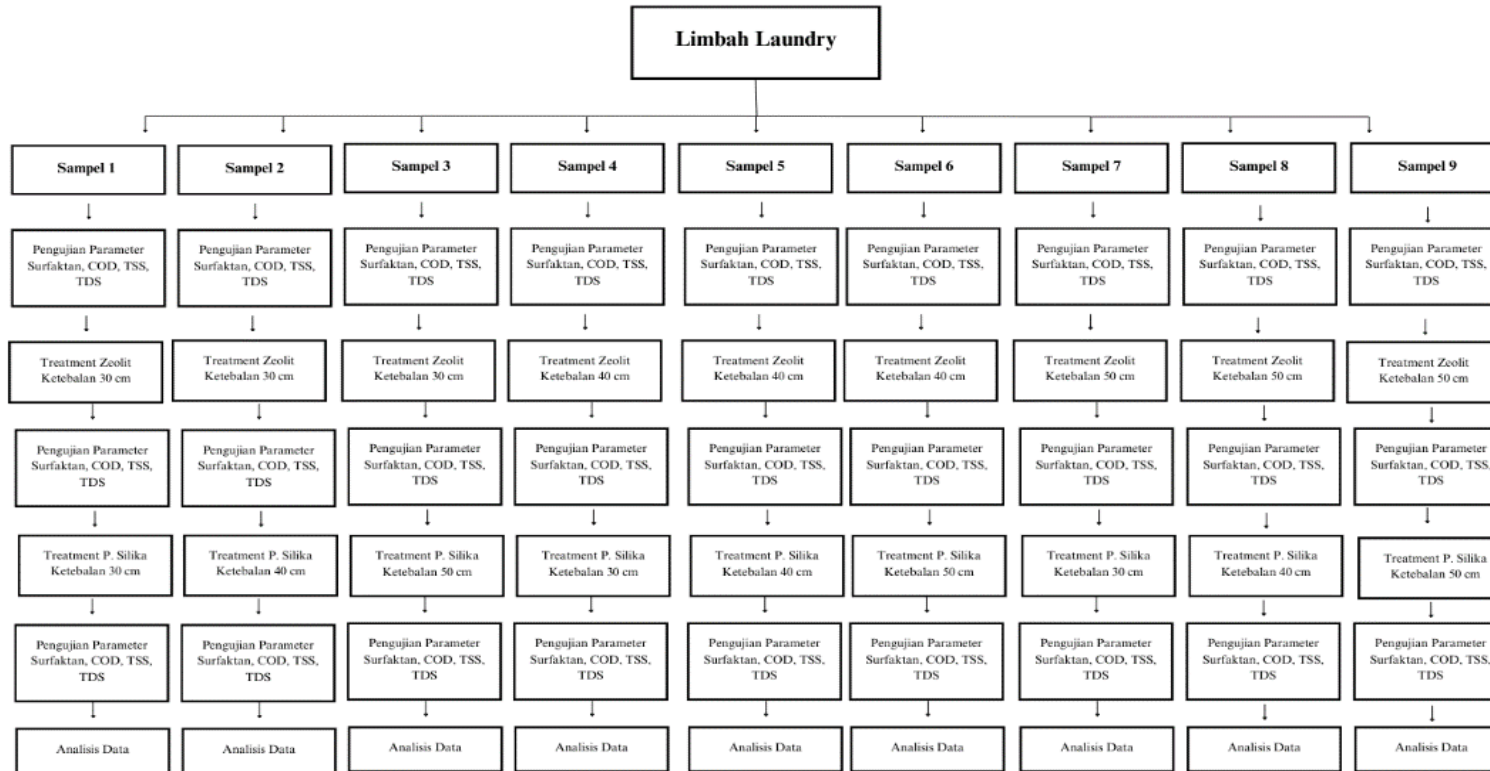


Gambar 3.2 Desain Reaktor Filtrasi

Pada gambar 3.2 dapat dilihat bahwa terdapat lapisan pasir silika dan zeolit masing-masing memiliki lapisan maksimal sebesar 50 cm. Alur dalam pengolahan

limbah *Laundry* menggunakan rektor filtrasi pada gambar, air limbah memasuki reaktor kemudian melewati spons, setelah melewati spons air limbah tersebut masuk pada bagian zeolit yang nanti akan divariasikan kedalamannya dari 30 cm hingga maksimal 50 cm. Kemudian air akan melewati pasir silika yang akan divariasikan juga dengan lapisan 30cm hingga maksimal kedalaman 50cm. Kemudian setelah itu memasuki spons paling dasar dan keluar dari keran air yang ada didasar reaktor. Reaktor ini akan dilakukan secara kontinyu. Pengambilan sampel akan dilakukan tiga kali setiap kondisi variabel bebas. Sehingga akan ada 9 jumlah sampel seperti pada gambar 3.3 tahapan dan alur kerja reaktor.

Bagan Tahapan Cara Kerja Reaktor & Sampling



Gambar 3.3 Tahapan Cara Kerja Reaktor

Setiap sampel memiliki kondisi yang berbeda. Sampel 1 memiliki ketebalan media zeolit sebesar 30 cm dan ketebalan media pasir silika sebesar 30 cm, Sampel 2 memiliki ketebalan media zeolit sebesar 30 cm dan ketebalan media pasir silika sebesar 40 cm, Sampel 3 memiliki ketebalan media zeolit sebesar 30 cm dan ketebalan media pasir silika sebesar 50 cm, Sampel 4 memiliki ketebalan media zeolit sebesar 40 cm dan ketebalan media pasir silika sebesar 30 cm, Sampel 5 memiliki ketebalan media zeolit sebesar 40 cm dan ketebalan media pasir silika sebesar 40 cm, Sampel 6 memiliki ketebalan media zeolit sebesar 40cm dan ketebalan media pasir silika sebesar 50 cm, Sampel 7 memiliki ketebalan media zeolit sebesar 50 cm dan ketebalan media pasir silika sebesar 30 cm, Sampel 8 memiliki ketebalan media zeolit sebesar 50 cm dan ketebalan media pasir silika sebesar 40 cm, Sampel 9 memiliki ketebalan media zeolit sebesar 50 cm dan ketebalan media pasir silika sebesar 50 cm.

3.2.3 Pengondisian Sampel dan Reaktor

Sampel air limbah diambil sebanyak 5 liter dari salah satu pengusaha *Laundry* yang bertempat di belakang Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, yakni *Nazua Laundry*. limbah yang diambil kemudian akan diolah dengan menggunakan reaktor filtrasi yang dikondisikan menjadi beberapa kondisi mengikuti variabel bebas pada penelitian ini. Reaktor yang akan digunakan dalam mengolahnya dirancang dalam beberapa kondisi seperti pada Tabel 4.1 tentang pengondisian reaktor filtrasi.

Tabel 3.1 Konsentrasi Sampel

Sampel	Konsentrasi							Akhir
	Sebelum	Zeolit			Pasir Silika			
		30 cm	40 cm	50 cm	30 cm	40 cm	50 cm	
S.1								
S.2								
S.3								
S.4								
S.5								
S.6								
S.7								
S.8								
S.9								
Keterangan								
	Kondisi Sampel Yang Harus Diuji							

3.2.4 Variabel Penelitian

Penelitian ini bersifat kuantitatif deskriptif, karena pada penelitian ini akan membandingkan hasil pengujian pada setiap parameter di setiap sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan reaktor. Pada penelitian ini memiliki variabel penelitian yang perlu diperhatikan. Adapun variabelnya adalah :

a. Variabel bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang akan menjadi faktor pembeda pada setiap sampel uji. Variabel ini akan berpengaruh pada variabel terikat. Pada penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah ketebalan dari setiap komponen penyaring. Ketebalan komponen penyaring zeolit sebanyak tiga jenis yakni 30 cm, 40 cm dan 50 cm. Kemudian ketebalan pasir silika sebanyak tiga jenis yakni 30 cm, 40 cm dan 50 cm.

b. Variabel kontrol

Variabel kontrol merupakan variabel yang tidak diubah. Dalam penelitian ini variabel kontrolnya adalah volume air yang digunakan untuk mencuci, massa pakaian yang digunakan, jumlah dan jenis deterjen yang digunakan.

c. Variabel terikat

Variabel terikat merupakan hasil dari proses yang terjadi. Variabel terikat dalam penelitian ini yakni nilai konsentrasi surfaktan, COD, TSS, TDS.

3.2.5 Metode Uji Sampel

Pada penelitian ini diperlukan metode dalam pengujian sampel yang akan diambil pra pengolahan hingga pasca pengolahan. Dalam hal ini parameter yang akan diuji adalah konsentrasi surfaktan anionik, COD, TDS, dan TSS. Petunjuk teknis pengujian parameter sampel tersebut mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI). Berikut merupakan daftar SNI yang menjadi acuan pada penelitian ini :

1. SNI 06-6989.51-2005; Cara Uji Surfaktan Anionik dengan Spektrofotometrik Metilen Blue

2. SNI 6989.2:2009; Cara Uji *Chemical Oxygen Demand* (COD) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri
3. SNI 06-6989.3-2004; Cara Uji *Total Suspended Solid* (TSS) secara gravimetri
4. SNI 06-6989.27:2005; Cara Uji *Total Dissolved Solid* (TDS) secara gravimetri

3.2.6 Metode Analisis

Metode analisa penelitian ini adalah metode kuantitatif dengan membandingkan nilai akhir setiap parameter uji air pasca pengolahan dengan parameter uji pra pengolahan. Sehingga akan menemukan nilai efisiensi *removal* dari setiap tahap pengolahan. Berikut merupakan bentuk matematis dari perhitungan efisiensi reaktor :

$$Efisiensi = \frac{\text{Nilai parameter uji (sebelum - pasca) pengolahan}}{\text{Nilai parameter uji pra pengolahan}} \times 100\%$$

Metode kuantitatif deskriptif ini setelah perhitungan secara matematis dalam menginterpretasikan data dalam bentuk tabel, angka dan grafik juga akan dideskripsikan secara naratif yang akan menjelaskan maksud dari tabel angka dan grafik yang telah dibuat.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA

Nilai konsentrasi yang telah didapatkan perlu dianalisis dengan menggunakan grafik perbandingan dari tiap sampel. Perbandingan ini dibuat agar peneliti dapat menentukan reaktor yang paling efisien untuk digunakan dalam pengolahan limbah *Laundry*. Hasil dari pengujian sampel juga dibandingkan dengan nilai baku mutu pada PERDA DIY nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

4.1 Analisis Konsentrasi Surfaktan

Dari tabel tiap sampel surfaktan berikut merupakan tabel rekapitulasi nilai surfaktan yang ada pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Ringkasan Pengujian Surfaktan

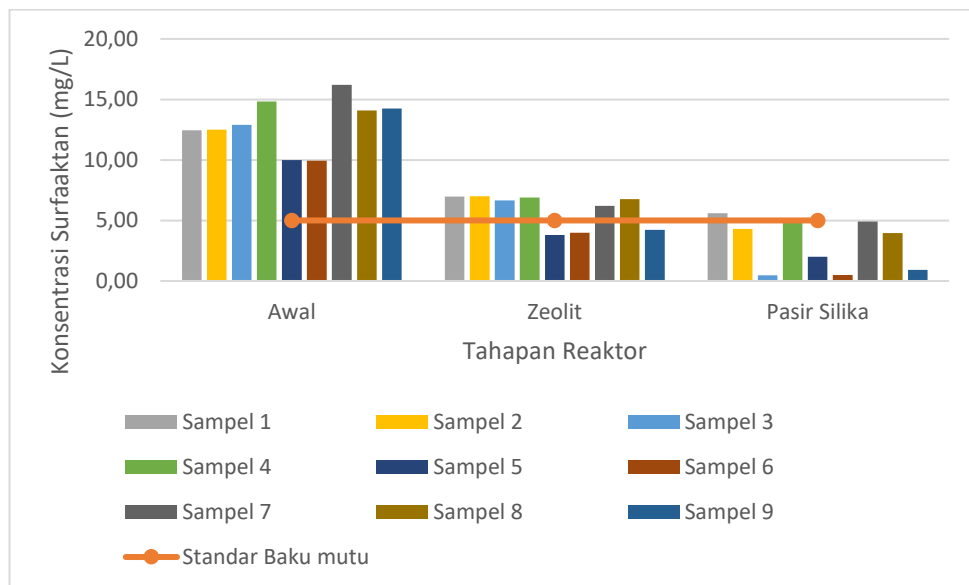
Sampel	Parameter	Ketebalan Media (cm)		Standar Baku Mutu (mg/L)	Konsentrasi								
		Zeolit	P. Silika		Awal	Zeolit		Persentase Removal	Pasir Silika		Persentase Removal	Akhir	Persentase removal Total
						influent	effluent		influent	effluent			
Sampel 1	Surfaktan	30	30	5	12,44	12,44	6,96	44%	6,96	5,59	20%	5,59	55%
Sampel 2	Surfaktan	30	40	5	12,51	12,51	7,00	44%	7,00	4,29	39%	4,29	66%
Sampel 3	Surfaktan	30	50	5	12,89	12,89	6,66	48%	6,66	0,47	93%	0,47	96%
Sampel 4	Surfaktan	40	30	5	14,82	14,82	6,90	53%	6,90	5,08	26%	5,08	66%
Sampel 5	Surfaktan	40	40	5	10,00	10,00	3,80	62%	3,80	2,00	47%	2,00	80%
Sampel 6	Surfaktan	40	50	5	9,94	9,94	3,98	60%	3,98	0,48	88%	0,48	95%
Sampel 7	Surfaktan	50	30	5	16,20	16,20	6,20	62%	6,20	4,91	21%	4,91	70%
Sampel 8	Surfaktan	50	40	5	14,08	14,08	6,76	52%	6,76	3,97	41%	3,97	72%
Sampel 9	Surfaktan	50	50	5	14,25	14,25	4,23	70%	4,23	0,93	78%	0,93	94%

Keterangan :

- Sampel 1 : Kombinasi tebal zeolit 30 cm & tebal pasir silika 30 cm
- Sampel 2 : Kombinasi tebal zeolit 30 cm & tebal pasir silika 40 cm
- Sampel 3 : Kombinasi tebal zeolit 30 cm & tebal pasir silika 50 cm
- Sampel 4 : Kombinasi tebal zeolit 40 cm & tebal pasir silika 30 cm
- Sampel 5 : Kombinasi tebal zeolit 40 cm & tebal pasir silika 40 cm
- Sampel 6 : Kombinasi tebal zeolit 40 cm & tebal pasir silika 50 cm
- Sampel 7 : Kombinasi tebal zeolit 50 cm & tebal pasir silika 30 cm
- Sampel 8 : Kombinasi tebal zeolit 50 cm & tebal pasir silika 40 cm
- Sampel 9 : Kombinasi tebal zeolit 50 cm & tebal pasir silika 50 cm

Dari Tabel 4.1 tentang hasil pengujian surfaktan Sampel 1 memiliki nilai akhir surfaktan sebesar 5,59 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 55%, Sampel 2 memiliki nilai akhir surfaktan sebesar 4,29 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 66%, Sampel 3 memiliki nilai akhir surfaktan sebesar 0,47 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 96%, Sampel 4 memiliki nilai akhir surfaktan sebesar 5,08 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 66%, Sampel 5 memiliki nilai akhir surfaktan sebesar 2,00 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 80%, Sampel 6 memiliki nilai akhir surfaktan sebesar 0,48 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 95%, Sampel 7 memiliki nilai akhir surfaktan sebesar 4,91 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 70%, Sampel 8 memiliki nilai akhir surfaktan sebesar 3,97 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 72%, Sampel 9 memiliki nilai akhir surfaktan sebesar 0,93 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 94%.

Kemudian dapat dilihat pada Gambar 4.1 Grafik tentang perbandingan nilai konsentrasi surfaktan setelah melewati reaktor filtrasi.



Gambar 4.1 Nilai Konsentrasi Surfaktan Setelah Treatment

Dapat dilihat dari Grafik 4.1 bahwa konsentrasi surfaktan pada sampel 6 adalah yang paling kecil dan persentase *removal* sampel 3 adalah yang paling efisien ketika melewati reaktor filtrasi bagian pasir silika dengan ketebalan 50 cm dibanding sampel yang lain. Konsentrasi surfaktan ini banyak yang sudah memenuhi kriteria standar baku mutu yang tercantum pada Perda DIY No 7 Tahun

2016 hanya ada dua sampel yang masih diatas standar baku mutu yakni sampel 1 dan sampel 4.

Berdasarkan ketebalan media dapat dilihat bahwa sampel yang dengan ketebalan zeolit 30 cm memiliki persentase *removal* surfaktan sekitar 44%-48%, sampel yang dengan ketebalan zeolit 40 cm memiliki persentase *removal* surfaktan sekitar 53%-62%, sampel yang dengan ketebalan zeolit 50 cm memiliki persentase *removal* surfaktan sekitar 52%-70%. Kemudian media pasir silika dengan ketebalan 30 cm memiliki persentase 20%-26%, media pasir silika dengan ketebalan 40 cm memiliki persentase 39%-47%, media pasir silika dengan ketebalan 50 cm memiliki persentase 78%-93%. Berdasarkan deskripsi di atas dapat disimpulkan bahwa setiap bertambahnya ketebalan media akan semakin tinggi persentase *removal* pada masing-masing media filter. Hal ini juga terjadi pada penelitian yang dilaksanakan oleh Andhika (2016) dengan ketebalan biofilter 5 cm, 10 cm, dan 15 cm dalam kurun waktu 6 jam memiliki persentase *removal* sebesar 2,95%, 10,2%, dan 30,95%. Selain itu efisiensi dengan ketebalan 50 cm pada setiap media filter memiliki efisiensi lebih besar daripada efisiensi penelitian yang dilakukan oleh Wahyudi, et al., (2022) dengan menggunakan media pasir dan karbon aktif mampu menurunkan konsentrasi surfaktan dengan persentase *removal* sebesar 60,6%. Pengolahan tersebut merupakan *slow sand filter* dengan konsentrasi limbah sebesar 50%.

4.2 Analisis Konsentrasi COD

Dari tabel tiap sampel COD berikut merupakan tabel rekapitulasi nilai surfaktan yang ada pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Ringkasan Pengujian COD

Sampel	Parameter	Ketebalan Media		Standar baku mutu (mg/L)	Konsentrasi								
		Zeolit	P. Silika		Awal	Zeolit		Persentase Removal	Pasir Silika		Persentase Removal	Akhir	Persentase removal Total
						influent	effluent		influent	effluent			
Sampel 1	COD	30	30	150	140,07	140,07	127,33	9%	127,33	101,85	20%	101,85	27%
Sampel 2	COD	30	40	150	142,95	142,95	130,64	9%	130,64	102,24	22%	102,24	28%
Sampel 3	COD	30	50	150	145,05	145,05	130,77	10%	130,77	91,22	30%	91,22	37%
Sampel 4	COD	40	30	150	156,26	156,26	128,13	18%	128,13	100,01	22%	100,01	36%
Sampel 5	COD	40	40	150	156,63	156,63	130,66	17%	130,66	99,51	24%	99,51	36%
Sampel 6	COD	40	50	150	158,24	158,24	135,16	15%	135,16	93,40	31%	93,40	41%
Sampel 7	COD	50	30	150	111,80	111,80	76,63	31%	76,63	41,47	46%	41,47	63%
Sampel 8	COD	50	40	150	101,50	101,50	58,63	42%	58,63	27,77	53%	27,77	73%
Sampel 9	COD	50	50	150	103,12	103,12	77,64	25%	77,64	34,74	55%	34,74	66%

Keterangan :

Sampel 1 : Kombinasi tebal zeolit 30 cm & tebal pasir silika 30 cm

Sampel 2 : Kombinasi tebal zeolit 30 cm & tebal pasir silika 40 cm

Sampel 3 : Kombinasi tebal zeolit 30 cm & tebal pasir silika 50 cm

Sampel 4 : Kombinasi tebal zeolit 40 cm & tebal pasir silika 30 cm

Sampel 5 : Kombinasi tebal zeolit 40 cm & tebal pasir silika 40 cm

Sampel 6 : Kombinasi tebal zeolit 40 cm & tebal pasir silika 50 cm

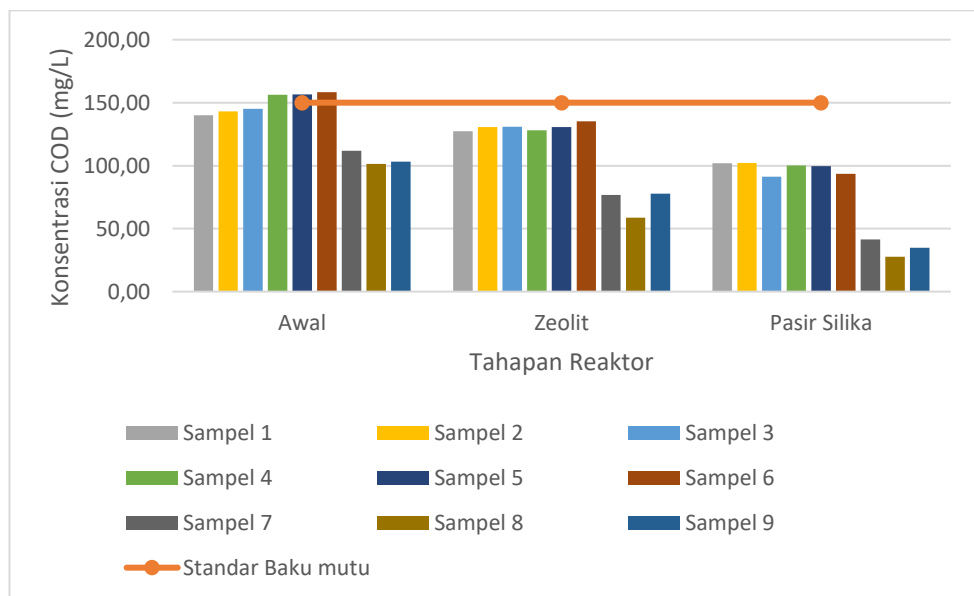
Sampel 7 : Kombinasi tebal zeolit 50 cm & tebal pasir silika 30 cm

Sampel 8 : Kombinasi tebal zeolit 50 cm & tebal pasir silika 40 cm

Sampel 9 : Kombinasi tebal zeolit 50 cm & tebal pasir silika 50 cm

Dari Tabel 4.2 tentang hasil pengujian COD Sampel 1 memiliki nilai akhir COD sebesar 101,85 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 27%, Sampel 2 memiliki nilai akhir COD sebesar 102,24 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 28%, Sampel 3 memiliki nilai akhir COD sebesar 91,22 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 37%, Sampel 4 memiliki nilai akhir COD sebesar 100,01 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 36%, Sampel 5 memiliki nilai akhir COD sebesar 99,51 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 36%, Sampel 6 memiliki nilai akhir COD sebesar 93,40 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 41%, Sampel 7 memiliki nilai akhir COD sebesar 41,47 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 63%, Sampel 8 memiliki nilai akhir COD sebesar 27,77 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 73%, Sampel 9 memiliki nilai akhir COD sebesar 34,74 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 66%.

Kemudian dapat dilihat pada Gambar 4.2 Grafik tentang perbandingan nilai konsentrasi COD setelah melewati reaktor filtrasi.



Gambar 4.2 Nilai Konsentrasi COD Setelah Treatment

Dapat dilihat dari Grafik diatas bahwa konsentrasi COD pada sampel 8 adalah yang paling kecil dan persentase *removal* sampel 9 pada bagian filtrasi dengan media pasir silika adalah yang paling efisien dibanding sampel yang lain. Konsentrasi COD setelah melalui reaktor filtrasi ini sudah memenuhi kriteria standar baku mutu yang tercantum pada Perda DIY No 7 Tahun 2016.

Berdasarkan ketebalan media dapat dilihat bahwa sampel yang dengan ketebalan zeolit 30 cm memiliki persentase *removal* COD sekitar 9%-10%, sampel yang dengan ketebalan zeolit 40 cm memiliki persentase *removal* COD sekitar 15%-18%, sampel yang dengan ketebalan zeolit 50 cm memiliki persentase *removal* COD sekitar 25%-42%. Kemudian media pasir silika dengan ketebalan 30 cm memiliki persentase 20%-46%, media pasir silika dengan ketebalan 40 cm memiliki persentase 22%-53%, media pasir silika dengan ketebalan 50 cm memiliki persentase 30%-55%.

Dengan adanya persentase diatas menegaskan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Pungus (2019) penggunaan filtrasi mampu membuat penurunan yang signifikan pada rata-rata konsentrasi COD pada sampel kontrol. Dengan optimalisasi waktu kontak serta ketebalan media persentase penurunan konsentrasi COD akan lebih besar, karena penurunan konsentrasi polutan dalam air sangat dipengaruhi oleh waktu kontak dan ketebalan media. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Putro (2008) juga mendapati kesimpulan bahwa semakin tebal media filter semakin besar persentase *removal*nya. Hal ini ditujukan pada penelitiannya. Penelitian tersebut membuat variasi ketebalan media pasir silika sebesar 5 cm, 10 cm, dan 15 cm serta zeolit yang divariasikan sengan ketebalan 2,5 cm, 5 cm, dan 7,5 cm. Kemudian mendapati hasil persentase *removal* terbesar dalam mengolah limbah adalah kondisi dengan pasir silika 15 cm dan zeolit 7,5 cm dengan nilai sebesar 92,05%.

4.3 Analisis Konsentrasi TSS

Dari tabel tiap sampel TSS berikut merupakan tabel rekapitulasi nilai surfaktan yang ada pada Tabel 4.3 .

Tabel 4.3 Hasil Ringkasan Pengujian TSS

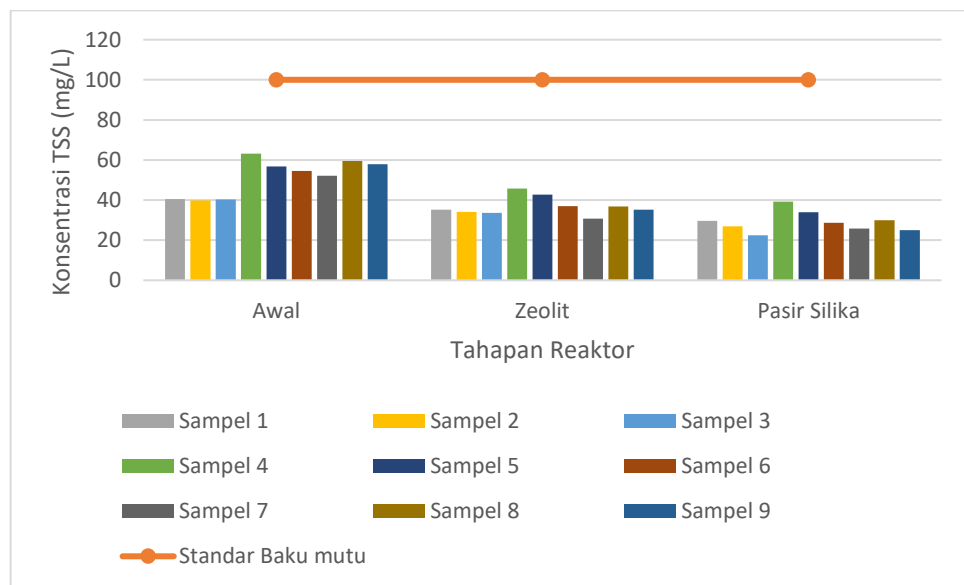
Sampel	Parameter	Ketebalan Media		Standar Baku Mutu (mg/L)	Konsentrasi								
		Zeolit	P. Silika		Awal	Zeolit		Persentase <i>Removal</i>	Pasir Silika		Persentase <i>Removal</i>	Akhir	Persentase <i>removal</i> Total
						Influent	Effluent		Influent	effluent			
Sampel 1	TSS	30	30	100	40,52	40,52	35,19	13%	35,19	29,62	16%	29,62	27%
Sampel 2	TSS	30	40	100	39,93	39,93	34,17	14%	34,17	26,85	21%	26,85	33%
Sampel 3	TSS	30	50	100	40,36	40,36	33,59	17%	33,59	22,39	33%	22,39	45%
Sampel 4	TSS	40	30	100	63,15	63,15	45,83	27%	45,83	39,26	14%	39,26	38%
Sampel 5	TSS	40	40	100	56,71	56,71	42,73	25%	42,73	33,91	21%	33,91	40%
Sampel 6	TSS	40	50	100	54,52	54,52	36,99	32%	36,99	28,7	22%	28,7	47%
Sampel 7	TSS	50	30	100	52,17	52,17	30,78	41%	30,78	25,85	16%	25,85	50%
Sampel 8	TSS	50	40	100	59,44	59,44	36,85	38%	36,85	29,91	19%	29,91	50%
Sampel 9	TSS	50	50	100	57,97	57,97	35,29	39%	35,29	25,06	29%	25,06	57%

Keterangan :

- Sampel 1 : Kombinasi tebal zeolit 30 cm & tebal pasir silika 30 cm
 Sampel 2 : Kombinasi tebal zeolit 30 cm & tebal pasir silika 40 cm
 Sampel 3 : Kombinasi tebal zeolit 30 cm & tebal pasir silika 50 cm
 Sampel 4 : Kombinasi tebal zeolit 40 cm & tebal pasir silika 30 cm
 Sampel 5 : Kombinasi tebal zeolit 40 cm & tebal pasir silika 40 cm
 Sampel 6 : Kombinasi tebal zeolit 40 cm & tebal pasir silika 50 cm
 Sampel 7 : Kombinasi tebal zeolit 50 cm & tebal pasir silika 30 cm
 Sampel 8 : Kombinasi tebal zeolit 50 cm & tebal pasir silika 40 cm
 Sampel 9 : Kombinasi tebal zeolit 50 cm & tebal pasir silika 50 cm

Dari Tabel 4.3 tentang hasil pengujian TSS Sampel 1 memiliki nilai akhir TSS sebesar 29,62 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 27%, Sampel 2 memiliki nilai akhir TSS sebesar 26,85 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 33%, Sampel 3 memiliki nilai akhir TSS sebesar 22,39 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 45%, Sampel 4 memiliki nilai akhir TSS sebesar 39,26 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 38%, Sampel 5 memiliki nilai akhir TSS sebesar 33,91 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 40%, Sampel 6 memiliki nilai akhir TSS sebesar 28,7 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 47%, Sampel 7 memiliki nilai akhir TSS sebesar 25,85 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 50%, Sampel 8 memiliki nilai akhir TSS sebesar 29,91 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 50%, Sampel 9 memiliki nilai akhir TSS sebesar 25,06 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 57%.

Kemudian dapat dilihat pada Gambar 4.3 Grafik tentang perbandingan nilai konsentrasi TSS setelah melewati reaktor filtrasi.



Gambar 4.3 Nilai Konsentrasi TSS Setelah Treatment

Dapat dilihat dari Grafik diatas bahwa konsentrasi TSS pada sampel 3 adalah yang paling kecil setelah melewati reaktor filtrasi dengan ketebalan zeolit 30 cm dan ketebalan pasir silika 50 cm sedangkan persentase *removal* sampel 7 adalah yang paling efisien dibanding sampel yang lain khususnya pada filter zeolit dengan ketebalan 50 cm menunjukkan nilai efisiensi *removal* sebesar 41%.

Konsentrasi TSS ini sudah memenuhi kriteria standar baku mutu yang tercantum pada Perda DIY No 7 Tahun 2016.

Berdasarkan ketebalan media dapat dilihat bahwa sampel yang dengan ketebalan zeolit 30 cm memiliki persentase *removal* TSS sekitar 13%-17%, sampel yang dengan ketebalan zeolit 40 cm memiliki persentase *removal* TSS sekitar 25%-32%, sampel yang dengan ketebalan zeolit 50 cm memiliki persentase *removal* TSS sekitar 38%-41%. Kemudian media pasir silika dengan ketebalan 30 cm memiliki persentase 14%-16%, media pasir silika dengan ketebalan 40 cm memiliki persentase 19%-21%, media pasir silika dengan ketebalan 50 cm memiliki persentase 22%-33%.

Dari data persentase *removal* diatas dapat dilihat bahwa semakin tebal media baik zeolit maupun pasir silika semakin besar pula nilai persentase *removal* dari TSS. Hal ini juga terjadi pada penelitian yang telah dilakukan oleh Putro (2008). Pada penelitiannya memvariasikan ketebalan media filter zeolit 2,5 cm, 5 cm, dan 7,5 cm sedangkan pasir silika dengan variasi ketebalan 5 cm, 10 cm, dan 15 cm. Putro (2008) mendapati hasil persentase *removal* paling besar pada variasi ketebalan zeolit sebesar 7,5 cm dan pasir silika sebesar 15 cm dengan nilai persentase *removal* sebesar 86,92 %. Dalam penelitian yang pernah dilakukan oleh Gemala (2019) ditemukan efisiensi *removal* dengan nilai hingga 41,75%. Adapun dalam penelitiannya Assiddieq (2017) dengan massa media senilai 2 Kg yakni (pasir silika – zeolit – karbon aktif) didapati efisiensi *removal* sebesar 73,65% sedangkan massa media senilai 4 Kg memiliki efisiensi *removal* sebesar 88,75%.

4.4 Analisis Konsentrasi TDS

Dari tabel tiap sampel TDS berikut merupakan tabel rekapitulasi nilai surfaktan yang ada pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Ringkasan Pengujian TDS

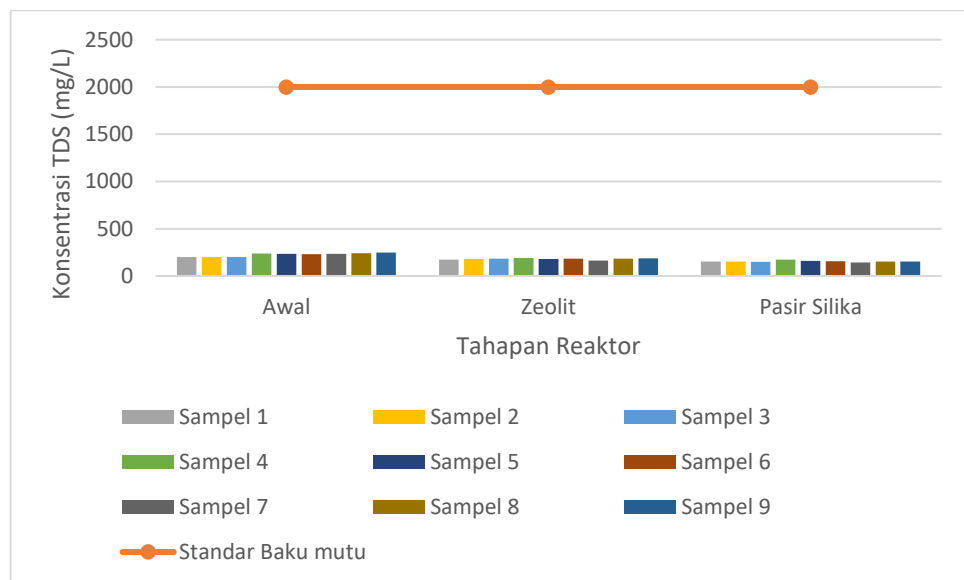
Sampel	Parameter	Ketebalan Media		Standar Baku Mutu (mg/L)	Konsentrasi								
		Zeolit	P. Silika		Awal	Zeolit		Persentase <i>Removal</i>	Pasir Silika		Persentase <i>Removal</i>	Akhir	Persentase <i>removal</i> Total
						Influent	Effluent		Influent	effluent			
Sampel 1	TDS	30	30	2000	200	200,00	175	13%	175	154	12%	154	23%
Sampel 2	TDS	30	40	2000	200	200,00	180	10%	180	152	16%	152	24%
Sampel 3	TDS	30	50	2000	200	200,00	183	9%	183	151	17%	151	25%
Sampel 4	TDS	40	30	2000	237	237,00	192	19%	192	173	10%	173	27%
Sampel 5	TDS	40	40	2000	233	233,00	181	22%	181	161	11%	161	31%
Sampel 6	TDS	40	50	2000	232	232,00	184	21%	184	157	15%	157	32%
Sampel 7	TDS	50	30	2000	235	235,00	163	31%	163	144	12%	144	39%
Sampel 8	TDS	50	40	2000	242	242,00	184	24%	184	154	16%	154	36%
Sampel 9	TDS	50	50	2000	249	249,00	188	24%	188	153	19%	153	39%

Keterangan :

- Sampel 1 : Kombinasi tebal zeolit 30 cm & tebal pasir silika 30 cm
 Sampel 2 : Kombinasi tebal zeolit 30 cm & tebal pasir silika 40 cm
 Sampel 3 : Kombinasi tebal zeolit 30 cm & tebal pasir silika 50 cm
 Sampel 4 : Kombinasi tebal zeolit 40 cm & tebal pasir silika 30 cm
 Sampel 5 : Kombinasi tebal zeolit 40 cm & tebal pasir silika 40 cm
 Sampel 6 : Kombinasi tebal zeolit 40 cm & tebal pasir silika 50 cm
 Sampel 7 : Kombinasi tebal zeolit 50 cm & tebal pasir silika 30 cm
 Sampel 8 : Kombinasi tebal zeolit 50 cm & tebal pasir silika 40 cm
 Sampel 9 : Kombinasi tebal zeolit 50 cm & tebal pasir silika 50 cm

Dari Tabel 4.4 tentang hasil pengujian TDS Sampel 1 memiliki nilai akhir TDS sebesar 154 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 23%, Sampel 2 memiliki nilai akhir TDS sebesar 152 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 24%, Sampel 3 memiliki nilai akhir TDS sebesar 151 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 25%, Sampel 4 memiliki nilai akhir TDS sebesar 173 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 27%, Sampel 5 memiliki nilai akhir TDS sebesar 161 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 31%, Sampel 6 memiliki nilai akhir TDS sebesar 157 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 32%, Sampel 7 memiliki nilai akhir TDS sebesar 144 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 39%, Sampel 8 memiliki nilai akhir TDS sebesar 154 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 36%, Sampel 9 memiliki nilai akhir TDS sebesar 153 mg/L dan efisiensi reaktor sebesar 39%,

Kemudian dapat dilihat pada Gambar 4.4 grafik tentang perbandingan nilai konsentrasi TDS setelah melewati reaktor filtrasi.



Gambar 4.4 Nilai Konsentrasi TDS Setelah Treatment

Dapat dilihat dari grafik diatas bahwa konsentrasi TDS pada sampel 7 adalah yang paling kecil setelah diolah menggunakan reaktor filtrasi, persentase *removal* sampel 7 adalah yang paling efisien khususnya pada reaktor filtrasi zeolit dengan ketebalan 50 cm dengan efisiensi 31% dibanding sampel yang lain. Konsentrasi TDS ini sudah memenuhi kriteria standar baku mutu yang tercantum pada Perda DIY No 7 Tahun 2016.

Berdasarkan ketebalan media dapat dilihat bahwa sampel yang dengan ketebalan zeolit 30 cm memiliki persentase *removal* TDS sekitar 9%-13%, sampel yang dengan ketebalan zeolit 40 cm memiliki persentase *removal* TDS sekitar 19%-22%, sampel yang dengan ketebalan zeolit 50 cm memiliki persentase *removal* TDS sekitar 24%-31%. Kemudian media pasir silika dengan ketebalan 30 cm memiliki persentase 10%-12%, media pasir silika dengan ketebalan 40 cm memiliki persentase 11%-16%, media pasir silika dengan ketebalan 50 cm memiliki persentase 15%-19%. Pada penelitian Apriyani & Novrianti (2020), ditemukan bahwa penggunaan zeolit pada tahap penyaringan pertama dapat menurunkan konsentrasi TDS dan penurunan ini semakin menurun pada tahap penyaringan kedua. Hal ini terjadi karena zeolit memiliki permukaan yang dapat menyerap polutan secara efektif. Selain daya serapnya yang tinggi, zeolit juga memiliki efek menyerap kation sehingga membantu mengurangi pencemaran lingkungan terutama logam (Sumarli, 2016). Pada penelitian yang dilakukan oleh Wowor et. al., (2023) membandingkan *removal* yang dihasilkan dari proses filtrasi dengan ketebalan media divariasikan dari 100 cm, 110 cm, dan 120 cm. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa adanya pengaruh ketebalan pada persentase *removal* TDS. Persentase *removal* TDS yang paling besar didapatkan pada ketebalan 120 cm dengan nilai persentase *removal* TDS sebesar 71,61%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa :

1. Efisiensi penurunan konsentrasi pencemar dengan parameter Surfaktan, COD, TSS, dan TDS oleh reaktor filtrasi baik zeolit maupun pasir silika dapat dipengaruhi oleh ketebalan dari media penyaring.
2. Penggunaan zeolit dan pasir silika dapat menurunkan konsentrasi Surfaktan dengan konsentrasi 12,89 mg/L menjadi 0,47 mg/L sehingga efisiensi *removal* Surfaktan sebesar 96%, konsentrasi COD dengan Konsentrasi 101,50 mg/L menjadi 27,77 mg/L sehingga efisiensi *removal* COD adalah sebesar 73%, konsentrasi TSS 57,97 mg/L menjadi 25,06 mg/L sehingga efisiensi *removal* TSS sebesar 57%, konsentrasi TDS 235 mg/L menjadi 144 mg/L sehingga efisiensi *removal* TSS sebesar 39%.
3. Berdasarkan ketebalan media filter didapati reaktor pengolahan limbah *Laundry* dengan media zeolit dan pasir silika memiliki efisiensi *removal* paling besar dalam mengolah surfaktan pada ketebalan 50 cm dengan efisiensi zeolit dan pasir silika adalah sebesar 70% dan 93%, pada pengolahan COD efisiensi zeolit dan pasir silika adalah sebesar 42% dan 55%, pada pengolahan TSS efisiensi zeolit dan pasir silika adalah sebesar 41% dan 33%, pada pendolahan TDS efisiensi zeolit dan pasir silika adalah sebesar 31% dan 19%.

5.2 Saran

Dengan adanya penelitian tentang reaktor filtrasi pengolahan limbah *Laundry* ini ada beberapa evaluasi yang perlu diperbaiki sebelum diterapkan langsung oleh industry *Laundry* yakni :

1. Dalam pengolahannya dibutuhkan pompa dengan debit yang sudah ditentukan agar reaktor filtrasi berjalan secara kontinyu dan lebih efektif.
2. Diperlukan pencucian atau pembersihan secara berkala pada reaktor secara *backwash* agar bisa membersihkan media yang ada di dalam reaktor.

3. Dalam penelitian ini memiliki kekurangan yakni tidak sepenuhnya dijalankan secara kontinyu karena limbah hanya diberi kontak dengan media satu kali tidak secara terus menerus.

DAFTAR PUSTAKA

- Andhika, L., (2016). Pengaruh Ketebalan Media Biofilter Dan Waktu Tinggal Terhadap Penurunan Kadar Deterjen Pada Pengolahan Limbah Cair *Laundry* Dengan Biofilter Aerobik. Malang. Universitas Brawijaya.
- Apriyani, N. (2017). Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah *Laundry*. Palangkaraya. Universitas Muhammadiyah Palangkaraya.
- Apriyani, N., & Novrianti, N. (2020). Penggunaan Karbon Aktif Dan Zeolit Tak Teraktivasi Dalam Alat Penyaring Air Limbah *Laundry*. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 6(1), 66–76.
- Arifah. 2011. Polyfosfat dalam deterjen akan mengalami hidrolisis menjadi bentuk orthophosphate.
- 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.
- Braga, J. K. & Varesche, M. B. A. (2014). “Commercial Laundry Water Characterisation”. *American Journal of Aanalytical Chemistry*. 8-16.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius.
- Fatimatus, S. Z., (2022) Rancang Bangun Filter Limbah Cair *Laundry* Skala Rumah Tangga Dengan Menggunakan Multimedia Filter. Tugas Akhir. UIN Sunan Ampel.
- Gemala, M., & Oktarizal, H. (2019). Rancang Bangun Alat Penyaringan Air Limbah *Laundry*. *Chempublish Journal*, 4(1), 38–43.
- Ibrahim, S.P. (2017) . Efektifitas Dan Efisiensi Penyerapan Orthofosfat Pada Limbah Detergen Menggunakan Kayu Apu (*Pistia stratiotes L.*). Gorontalo. Politeknik Gorontalo.
- Khairunnisa. (2021). Pengolahan Air Bersih dengan Metode Filtrasi Menggunakan Media Arang Aktif Kulit Durian. Tugas Akhir. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
- Legiso. Sutanto T., Ramadhan M,B., & Roni K,A., (2020) . Aktivasi Karbon Aktif Dari Kulit Durian Sebagai Adsorben Limbah Dari Kegiatan *Laundry*. DIY. Kementrian Perindustrian Republik Indonesia.



















- Luvita, E. H. (2016). Penurunan Kadar COD dan TSS pada Limbah Tekstil Dengan Metode Ozonasi.
- Mahida, U, N. (2008). Wastewater characteristics, treatment and disposal. In Choice Reviews Online (Vol. 45, Issue 05). Mcgraw-Hill Book.
- Metcalf & Eddy. (2009) . *Wastewater Engineering Treatment and Reuse 4th*. New York. America.
- Mustikaningrum M. (2015) . Aplikasi Metode Spektrofotometri Visibel Genesys-20 Untuk Mengukur Kadar Curcuminoid Pada Temulawak (Curcuma Xanthorrhiza). Semarang. Universitas Diponegoro.
- Nasution, M. I. (2008) . Penentuan Jumlah Amoniak dan Total Padatan Tersuspensi Pada Pengolahan Air Limbah PT. Bridgestone Sumatera Rubber Estate Dolok Merangkir. Universitas Sumatera Utara.
- Pungus, M., Palilingan, S., & Tumimomor, F. (2019). Penurunan kadar BOD dan COD dalam limbah cair *Laundry* menggunakan kombinasi adsorben alam sebagai media filtrasi.
- Purnamasari, E. N. (2014) . Karakteristik Kandungan Linear Alkyl Benzene Sulfonat (Las) Pada Limbah Cair *Laundry*. Jurnal Media Teknik, 11(1), 32 – 36.
- Purwono, & Karbito. (2013). Pengolahan Air Sumur Gali Menggunakan Saringan 37 Pasir Bertekanan (*Pressure Sand Filter*) untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe) dan Mangan (Mn) (Studi Kasus di Desa Banjar Negro Kecamatan Wonosobo Tanggamus). Jurnal Kesehatan Lingkungan Poltekkes Kemenkes Tanjungkarang, 4(1), 305–314
- Putro, P. R., (2008). Studi Pengaruh Variasi Ukuran Ketebalan Media Penyaring (Pasir Dan Zeolit) Untuk Mengurangi Kandungan BOD, COD, Dan TSS Pada Limbah Cair Tahu Dengan Metode Filtrasi. Malang. Universitas Brawijaya
- Renni, C.P., Mahatmanti F.W., & Widiarti N., (2015) . Pemanfaatan Zeolit Alam Teraktivasi sebagai Adsorben Ion Logam Fe(III) dan Cr(VI). Semarang. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.
- Sandi, D. H., (2018) . Pengaruh Penggunaan Pasir Silika Sebelum Dan Sesudah Diaktivasi Fisik Terhadap Presentasi Mesin Dan Emisi Gas Buang sepeda Motor Bensin 4-Langkah [Skripsi]. Bandar Lampung: Universitas Lampung.










- Sari, Y.S., (2019) . Mengolah COD Pada Limbah Laboratorium. Bandung. Universitas Kebangsaan.
- Selfia, M., (2022) . Pengolahan Limbah Cair Pencucian Kendaraan Dengan Sistem Filtrasi Menggunakan Filter Multimedia. Tugas Akhir. UIN Ar-raniry.
- Sitompul, D. A., Rahmad, Suharlan D., (2022) . Analisa Pengaruh Ketebalan Media Pada Waktu Filtrasi Terhadap Eefisiensi Pengolahan Air Baku Untuk Penggunaan Rumah Tangga Dengan Metode Penyaringan Secara Gravitasi. Majalah Ilmiah Teknik, 22(1).
- Sitorus, A. R. P., (2022). Penerapan Filter Air Berbasis Zeolit Dan Pasir Silika Dengan Penambahan Karbon Aktif Biki Salak Untuk Meningkatkan Kualitas Air Sumur Gali. Medan. UIN Sumatera Utara.
- Sukandarrumidi. (2018) . Bahan Galian Industri. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sukmono, A. (2018). Pemantauan Suspended Solid (TSS) Waduk Gajah Mungkur. Semarang. Teknik Geodesi Universitas Diponegoro.
- Sulastri, & Nurhayati. (2014). Pengaruh Media Filtrasi Arang Aktif Terhadap Kekeruhan, Warna dan TSS pada Air Telaga di Desa Balong Panggang. Jurnal Teknik, 12(1).
- Sulistiyani & Fitrianingtyas. (2011). “Pengendalian Fouling Membran Ultrafiltrasi dengan Sistem Automatic Backwash dan Pencucian Membran” Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Undip.
- Sumarli, S., Yulianti, I., Masturi, M., & Munawaroh, R. (2016). Pengaruh Variasi Massa Zeolit Pada Pengolahan Air Limbah Pabrik Pakan Ternak Melalui Media Filtrasi.
- Tarigan, M.S. & Edward. (2003). Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (Total Suspended Solid) Di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara. Makara, Sains, Vol. 7, No. 3.
- Wahyudi, R., Kasjono, H. S., & Haryanti S., (2022). Efektivitas Penurunan Surfaktan Pada Air Limbah Cuci Tangan Menggunakan Filtrasi Kelara. Sleman. Jurnal Ruwa Jurai 16 (3), 146-151.
- Wardhana, I. W., Siwi, D. H., & Ika, D. R., (2013). Penggunaan Karbon Aktif dari Sampah Plastik untuk Menurunkan Kandungan Phosphat pada Limbah Cair (Studi Kasus: Limbah Cair Industri *Laundry* di Tembalang, Semarang), Jurnal Presipitasi , 10 (1), 30-40.

- Widiastuti, H., (2016). Standarisasi Vitamin C Pada Buah Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) Secara Spektrofotometri UV-Vis. Makassar. Universitas Muslim Indonesia
- Wowor, Y.B., Hanurawaty, Y.N., Yulianto, B., (2023). Perbedaan Variasi Ketebalan Media Arang Aktif Terhadap Penurunan Kadar *Total Dissolved Solid* (TDS). Jurnal Kesehatan Lingkungan 22 (1), 76 – 83.
- Wunas, Yeanny & Susanti. (2011). Analisa Kimia Farmasi Kuantitatif (revisi kedua). Makassar : Laboratorium Kimia Farmasi Fakultas Farmasi UNHAS.










LAMPIRAN



















Lampiran 1 : Absorbansi COD

No	Sampele	Sebelum	Zeolit	P. Silika
1	Sampele 1			
2	Sampele 2			
3	Sampele 3			
4	Sampele 4			
5	Sampele 5			
6	Sampele 6			

7	Sa mpel 7			
8	Sa mpel 8			
9	Sa mpel 9			






















Lampiran 2 : Absorbansi Surfaktan







O	N	Sa	Sebelum	Zeolit	P. Silika
1	1	Sa mpel 1			
2	2	Sa mpel 2			
3	3	Sa mpel 3			

4	Sa mpel 4			
5	Sa mpel 5			
6	Sa mpel 6			
7	Sa mpel 7			
8	Sa mpel 8			
9	Sa mpel 9			







Lampiran 3 : Massa Kertas Saring TSS










N O	Sa mpel	Sebelu m	Zeolit	P. Silika
--------	------------	-------------	--------	-----------

1	Sa mpel 1			
2	Sa mpel 2			
3	Sa mpel 3			
4	Sa mpel 4			
5	Sa mpel 5			
6	Sa mpel 6			
7	Sa mpel 7			

8	Sampel 8			
9	Sampel 9			

Lampiran 4 : Hasil Ukur TDS Meter

N O	Sampel	Sebelum	Zeolit	P. Silika
1	Sampel 1	-	-	-
2	Sampel 2	-	-	-
3	Sampel 3	-	-	-
4	Sampel 4			
5	Sampel 5			

6	Sam pel 6			
7	Sam pel 7			
8	Sam pel 8			
9	Sam pel 9	