

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PENCUCIAN
KENDARAAN DENGAN SISTEM FILTRASI MENGGUNAKAN
FILTER MULTIMEDIA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

Meri Selfia

NIM. 170702032

**Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022 M/1443 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PENCUCIAN KENDARAAN DENGAN
SISTEM FILTRASI MENGGUNAKAN FILTER MULTIMEDIA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Diajukan oleh:

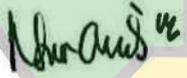
MERI SELFIA
NIM. 170702032

Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Banda Aceh, 7 Januari 2022
Telah Diperiksa dan Disetujui oleh

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Eng Nur Aida, M.Si.
NIDN. 2016067801


Arief Rahman, M.T.
NIDN. 2010038901

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh


Dr. Eng Nur Aida, M.Si.
NIDN. 2016067801

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PENCUCIAN KENDARAAN DENGAN SISTEM FILTRASI MENGGUNAKAN FILTER MULTIMEDIA

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
serta Diterima Sebagai Salah Satu **Beban** Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Jumat, 7 Januari 2022 M
5 Jumadil Akhir 1443 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Eng Nur Aida, M.Si.
NIDN. 2016067801

Arief Rahman, M.T.
NIDN. 2010038901

Penguji I,

Penguji II,

Hadi Kurwawan, M.Si.
NIDN. 2004038501

Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc.
NIDN. 2015118002

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. Azhar Amsal, M.Pd.
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Meri Selfia
NIM : 170702032
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Judul Skripsi : Pengolahan Limbah Cair Pencucian Kendaraan dengan Sistem Filtrasi Menggunakan Filter Multimedia

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 7 Januari 2022

Yang Menyatakan,



Meri Selfia

NIM. 170702032

ABSTRAK

Nama : Meri Selfia
NIM : 170702032
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pengolahan Limbah Cair Pencucian Kendaraan dengan Sistem Filtrasi Menggunakan Filter Multimedia
Tanggal Sidang : 7 Januari 2022
Jumlah : 74
Halaman
Pembimbing I : Dr. Eng Nur Aida, M.Si.
Pembimbing II : Arief Rahman, S.T., M.T.
Kata Kunci : Filtrasi, Karbon Aktif, Pasir Silika, Zeolit dan Kerikil Limbah Pencucian Kendaraan.

Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor menuntut adanya jasa pencucian kendaraan, peningkatan tersebut dapat menurunkan kualitas lingkungan. Limbah cair bekas pencucian kendaraan di Gampong Lamgugob, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh mengandung parameter pencemar yang melebihi standar baku mutu berdasarkan parameter COD, TSS, pH dan fosfat. Salah satu teknik pengolahan air limbah adalah dengan metode filtrasi menggunakan karbon aktif, pasir silika, zeolit, dan kerikil sebagai media filternya. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi dan dosis media filter serta efektivitas dalam menurunkan kadar TSS, COD, pH, dan fosfat di dalam limbah pencucian kendaraan. Adapun variasi ketebalan media yang digunakan adalah 10, 20, 25 cm untuk karbon aktif dan 15, 20 cm untuk pasir silika, zeolit, dan kerikil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media karbon aktif, pasir silika, zeolit dan kerikil mampu menurunkan kadar TSS, COD, pH dan fosfat. Penurunan tertinggi pada variasi ke 6 dengan persentase penurunan TSS 97,13%, COD 93,93%, fosfat 74% dan penurunan pH 7. Hal ini menunjukkan bahwa media karbon aktif, pasir silika, zeolit, dan kerikil dapat digunakan sebagai media filter dalam pengolahan limbah cair pencucian kendaraan.

ABSTRACT

Name : Meri Selfia
Student ID : 170702032
Number
Departement : Environmental Engineering
Title : Vehicle Washing Liquid Waste Treatment with a Filtration System Using a Multimedia Filter
Date of Session : 7 January 2022
Total Pages : 74
Advisor I : Dr. Eng Nur Aida, M.Si.
Advisor II : Arief Rahman, S.T., M.T.
Keywords : Filtration, Activated carbon, silica sand, zeolite and gravel of vehicle washing waste.

The increasing number of motorized vehicles demands vehicle washing services, this increase can reduce the quality of the environment. Liquid waste from vehicle washing in Gampong Lambugob, Syiah Kuala District, Banda Aceh City contains pollutant parameters that exceed quality standards based on COD, TSS, pH and phosphate parameters. One of the wastewater treatment techniques is the filtration method using activated carbon, silica sand, zeolite, and gravel as the filter media. This research was conducted to determine the effect of variations and doses of filter media as well as its effectiveness in reducing the levels of TSS, COD, pH, and phosphate in vehicle washing waste. The thickness variations of the media used are 10, 20, 25 cm for activated carbon and 15, 20 cm for silica sand, zeolite, and gravel. The results showed that activated carbon, silica sand, zeolite and gravel media were able to reduce TSS, COD, pH and phosphate levels. The highest decrease was in the 6th variation with a percentage decrease in TSS of 97.13%, COD 93.93%, phosphate 74% and a decrease in pH 7. This indicates that activated carbon, silica sand, zeolite, and gravel media can be used as filter media in vehicle washing wastewater treatment.

A R - R A N I R Y

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji hanya milik Allah SWT yang telah melimpahkan segala karunia-Nya yang tak terhingga, diantaranya nikmat Iman dan Islam. Sholawat dan Salam semoga selalu tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW, dan atas keluarga, sahabat, serta orang-orang yang mengikuti jejak langkah Rasulullah SAW.

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT Tugas Akhir ini telah penulis selesaikan dengan judul *“Pengolahan Limbah Cair Pencucian Kendaraan dengan Sistem Filtrasi Menggunakan Filter Multimedia*. Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis banyak mendapatkan pengetahuan dan wawasan baru yang sangat berharga dengan adanya bantuan dan dorongan dari berbagai pihak yang telah banyak membantu dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang tidak terhingga kepada:

1. Ibu Rosnawati dan Bapak Muhammad selaku Orang Tua Penulis.
2. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si selaku Kepala Prodi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc. selaku koordinator tugas akhir dan dosen pembimbing akademik Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh atas segala arahan dan bimbingannya.
4. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si, selaku dosen Pembimbing I yang telah memberi arahan dan membimbing dari awal sampai akhir pengerjaan tugas akhir.
5. Bapak Arief Rahman M.T., selaku ketua laboratorium multifungsi Prodi Teknik Lingkungan FST UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan dosen Pembimbing II.
6. Bapak Hadi Kurniawan, M.Si. sebagai penguji I sidang tugas akhir.
7. Bapak Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc. sebagai penguji II sidang tugas akhir.

8. Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc. selaku dosen yang telah membantu dalam proses awal pembuatan proposal.
9. Ibu Idariani yang telah banyak membantu dalam proses administrasi.
10. Ibu Nurul Huda yang sudah banyak membantu dalam proses penelitian dan akademik.
11. Dan semua teman teman yang sudah mendukung dan membantu selama penyusunan tugas akhir.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini bisa bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya. Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan dan penulisan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis katakan terima kasih.

Banda Aceh, 7 Januari 2022
Penulis,

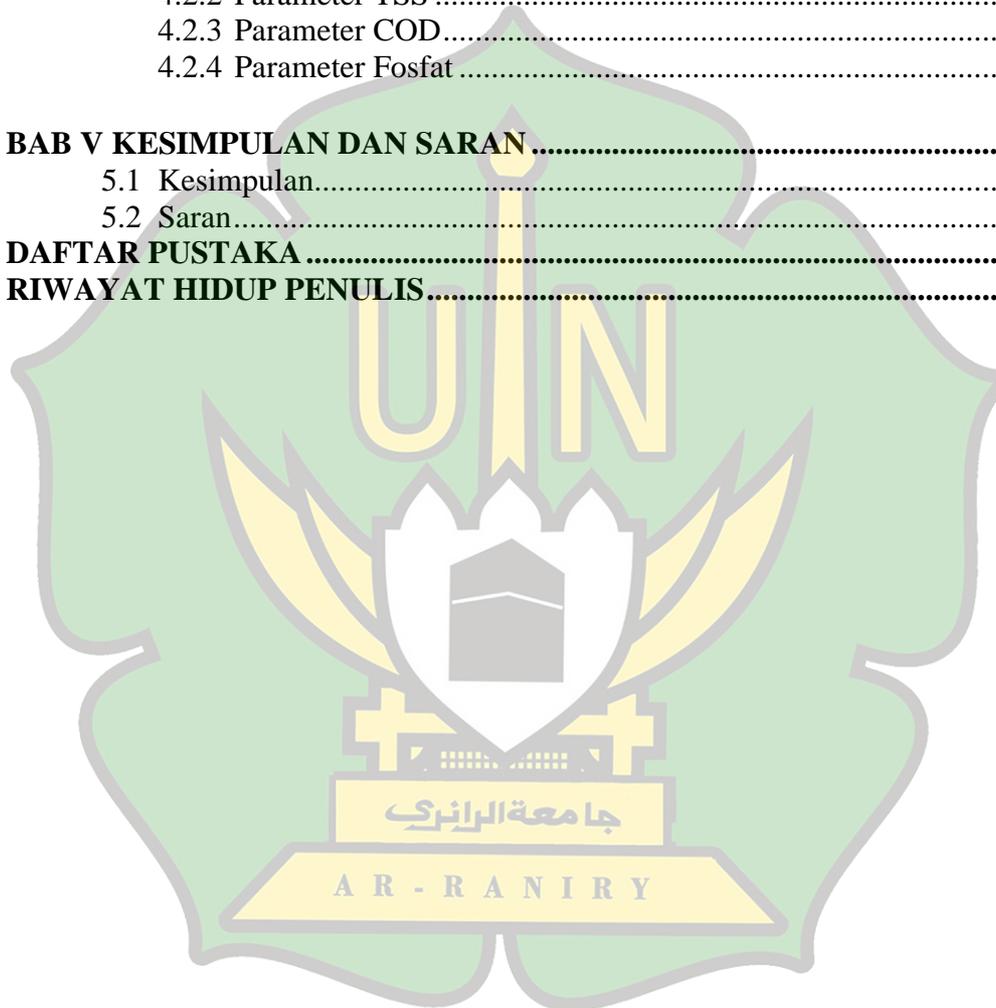
Meri Selfia



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB II LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor.....	5
2.2 Filtrasi.....	6
2.3 Karbon Aktif.....	7
2.4 Zeolit.....	8
2.5 Pasir Silika.....	8
2.6 Kerikil.....	8
2.7 Penelitian Relevan.....	9
BAB III METODE PENELITIAN.....	11
3.1 Tahapan Penelitian.....	11
3.1 Lokasi Penelitian.....	13
3.1.1 Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel.....	13
3.1.2 Teknik Pengambilan Sampel.....	13
3.2 Eksperimen Filtrasi.....	14
3.3 Pengukuran Parameter.....	16
3.3.1 Menentukan Persamaan Parameter COD.....	17
3.3.2 Menentukan Persamaan Parameter TSS.....	17
3.3.3 Menentukan Kandungan Fosfat.....	19
3.4 Analisis Data.....	19

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	20
4.1 Hasil Eksperimen	20
4.2 Pembahasan.....	23
4.2.1 Parameter pH	23
4.2.2 Parameter TSS	25
4.2.3 Parameter COD.....	28
4.2.4 Parameter Fosfat	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA	35
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	60



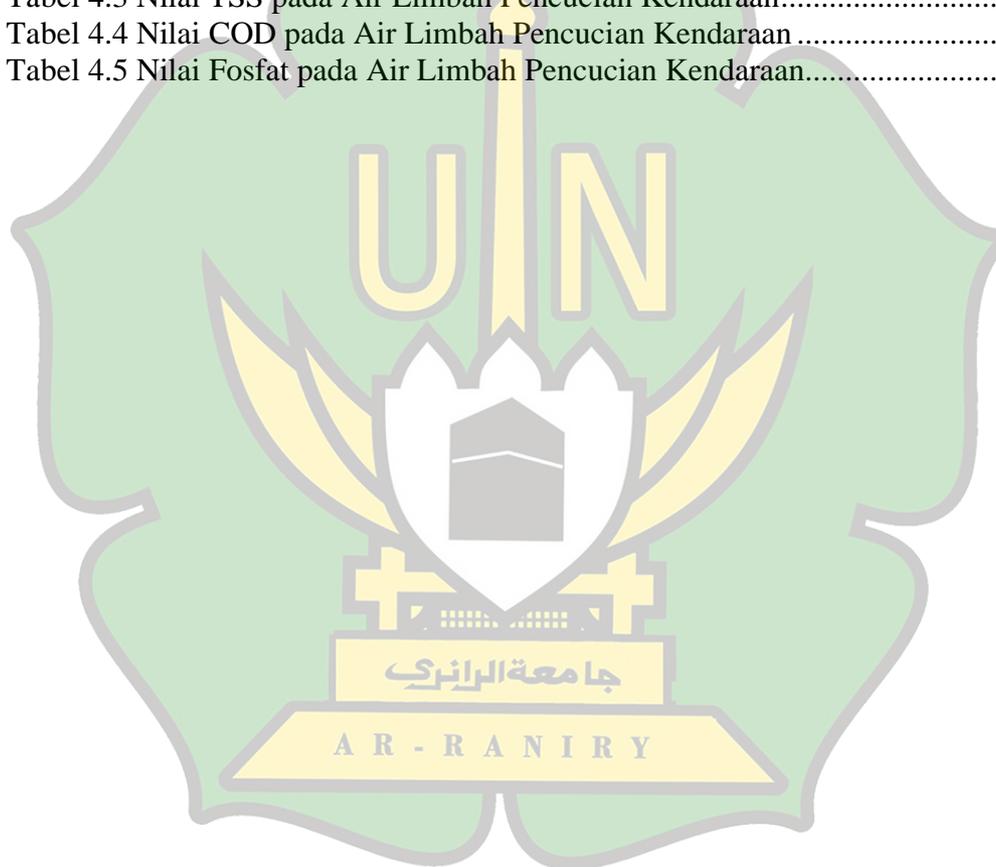
DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah-langkah Kerja.....	12
Gambar 3.2 Informasi Peta Lokasi Pengambilan Sampel.....	13
Gambar 3.3 Sampel Limbah dan Proses Pengambilan	14
Gambar 3.4 Tampak Atas dan Depan Reaktor.....	15
Gambar 3.5 pH Meter	17
Gambar 3.6 COD Reaktor dan COD Meter	18
Gambar 3.7 Alat Pengukuran TSS	19
Gambar 4.1 Air Limbah Sebelum dan Setelah Pengolahan.....	23
Gambar 4.2 Hasil Pengukuran pH	26
Gambar 4.3 Hasil Pengukuran TSS	29
Gambar 4.4 Hasil Pengukuran COD.....	32
Gambar 4.5 Hasil Pengukuran Fosfat	34



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah.....	6
Tabel 2.2 Penelitian yang Relevan.....	9
Tabel 3.1 Variasi Ketebalan Media.....	16
Tabel 4.1 Hasil Analisis dan efektivitas Parameter pH, COD, TSS, dan fosfat Sebelum dan Setelah Proses filtrasi.....	22
Tabel 4.2 Nilai pH Pada Air Limbah Pencucian Kendaraan	24
Tabel 4.3 Nilai TSS pada Air Limbah Pencucian Kendaraan.....	26
Tabel 4.4 Nilai COD pada Air Limbah Pencucian Kendaraan.....	29
Tabel 4.5 Nilai Fosfat pada Air Limbah Pencucian Kendaraan.....	31



BAB I

PENDAHULUAN

2.1 Latar Belakang Masalah

Keberadaan jumlah kendaraan bermotor setiap tahun terjadi peningkatan, pada tahun 2020 sudah terdapat 212.381 unit kendaraan bermotor di kota Banda Aceh dengan tingkat penjualan yang terus meningkat (DISUB, 2021). Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor tersebut tentu menuntut adanya jasa pencucian kendaraan. Hingga saat ini keberadaan jasa pencucian kendaraan kian meningkat, peningkatan tersebut bisa menurunkan kualitas lingkungan. Hal ini disebabkan karena air bekas pencucian kendaraan yang langsung dibuang ke badan air tanpa ada pengolahan (Setiawan dan Situmorang, 2017).

Berdasarkan paparan Wardalia (2016), limbah dari air bekas pencucian kendaraan bermotor merupakan kotoran (tanah maupun debu) yang menempel pada kendaraan bermotor serta busa dari deterjen. Air limbah pencucian kendaraan bermotor yang langsung dibuang ke badan air tanpa dilakukan pengolahan dapat menimbulkan kandungan COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*) dan deterjen meningkat. Menurut (Alifia dan Ratnawati, 2020). Limbah *doorsmeer* mengandung deterjen dengan kadar yang tinggi sehingga mengakibatkan pertumbuhan alga dan eutrofikasi apabila dibuang ke lingkungan secara terus-menerus.

Air limbah pencucian bermotor yang dialirkan ke badan air harus memenuhi baku mutu yang sudah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri Sabun, Deterjen dan Produksi Minyak Nabati serta Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan terlebih

dahulu terhadap limbah hasil pencucian kendaraan sebelum dibuang ke badan air agar tidak mencemari lingkungan.

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi dampak buruk yang ditimbulkan dari limbah cair pencucian kendaraan adalah dengan melakukan pengolahan menggunakan metode filtrasi. Menurut (Sulistiyanti, 2018), metode yang paling efektif dalam pengolahan limbah cair hasil pencucian kendaraan pada usaha *Doorsmeer* adalah dengan metode filtrasi dan adsorpsi. Metode filtrasi adalah proses penyaringan yang pada prosesnya terjadi pembuangan padatan tersuspensi pada air melewati media berpori. Menurut (Puspawati dkk, 2017) Filtrasi adalah proses pengolahan dengan cara memisahkan zat padat dari fluida dengan memanfaatkan media berpori untuk menghilangkan koloid dan material tersuspensi serta zat lainnya yang ada pada limbah. Filtrasi adalah bagian yang terpenting dari pengolahan air limbah dan efektif untuk menyisihkan bahan, warna, bau, rasa, logam berat juga mampu menghilangkan bakteri. Menurut (Said, 2005), tujuan proses filtrasi untuk menghilangkan partikel tersuspensi dan koloid dengan penyaringan menggunakan media filter.

Kemajuan proses filtrasi sangat tergantung terhadap jenis media yang digunakan. Pemilihan media filter yang digunakan yaitu berdasarkan kekuatan adsorpsi dengan zat pencemar. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Kusnaedi, 2010), zeolit berperan sebagai adsorben dan penyaring molekul, serta sebagai *ion exchanger* (penukar ion) dalam pengolahan air. Karbon aktif juga memiliki daya serap yang besar dalam menyerap partikel padat. Hal ini disebabkan karena karbon aktif memiliki sifat adsorpsi yang mampu menukar kation (Lestari dkk. 2015). Menurut hasil penelitian (Sulianto dkk., 2020) menunjukkan filtrasi yang menggunakan media karbon aktif dan zeolit pada pengolahan limbah domestik mampu menurunkan parameter dengan efektivitas penurunan konsentrasi COD 15,44%, TSS 39,62%, fosfat 31,4% dan kekeruhan 41,67%. Menurut (Zahro, 2016) pengolahan *Limbah Laundry* menggunakan media pasir silika dan karbon aktif efektif dalam menurunkan konsentrasi COD dan fosfat, dengan efektivitas

penurunan sebesar 65,78% untuk konsentrasi COD, sebesar 6,67% untuk TSS sebesar 16,35% untuk fosfat, dan sebesar 12,04% untuk pH. Selanjutnya pada penelitian (Chrisafitri dan Karnaningroem, 2012) Pengolahan air limbah pencucian kendaraan bermotor menggunakan pasir lambat dan karbon aktif mampu menurunkan kadar COD dan surfaktan dengan efektivitas penurunan sebesar 72,1% untuk COD dan 63,6% untuk surfaktan.

Pengolahan limbah cair pencucian kendaraan dengan metode filtrasi menggunakan media karbon aktif, zeolit, pasir silika dan kerikil belum pernah digunakan. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pengujian efektivitas sistem filtrasi dengan menggunakan media karbon aktif, zeolit, kerikil dan pasir sebagai media filter dalam menurunkan parameter pH, TSS, COD, dan fosfat

2.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas sistem filtrasi dengan menggunakan media pasir silika, karbon aktif, kerikil dan zeolit sebagai media filter dalam penurunan parameter pH, TSS, COD, dan fosfat.
2. Bagaimana pengaruh variasi ketebalan media filter terhadap penyisihan limbah pencucian kendaraan.

2.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui efektivitas sistem filtrasi dengan menggunakan media karbon aktif, zeolit, kerikil dan pasir sebagai media filter dalam menurunkan parameter pH, TSS, COD, dan fosfat.
2. Untuk mengetahui efektivitas pengaruh variasi ketebalan media filter terhadap penyisihan limbah pencucian kendaraan.

2.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diharapkan penelitian ini bisa menjadi pertimbangan bagi pelaku usaha pencucian kendaraan bermotor dalam mengolah limbah sebelum dibuang ke badan air
2. Diharapkan penelitian ini bisa menjadi acuan sebagai referensi lanjutan untuk penelitian berikutnya dengan pengujian parameter lain yang terdapat dalam limbah domestik.

2.5 Batasan Penelitian

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini berfokus pada efektivitas filtrasi menggunakan filter multimedia dalam menurunkan parameter pH, TSS, COD, dan fosfat.
2. Parameter yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri Sabun, Deterjen dan Produksi Minyak Nabati serta Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Namun, pada penelitian ini parameter yang diuji adalah pH, TSS, COD, dan fosfat.

BAB II

LANDASAN TEORI

3.1 Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor

Limbah cair hasil pencucian kendaraan bermotor akan dialirkan ke lingkungan sekitar lokasi usaha dan akan masuk ke badan air yang terdekat. Pada umumnya Limbah cair pencucian kendaraan mengandung deterjen dan tanah atau debu yang menempel (Wardalia, 2016). Pembuangan limbah cair usaha pencucian kendaraan yang langsung ke badan air tanpa ada pengolahan terlebih dahulu dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan, karena air limbah tersebut mengandung zat-zat pencemar seperti deterjen pH, fosfat, BOD, COD, TSS dan minyak dengan kadar yang tinggi, secara fisik pencemaran badan air oleh limbah cair deterjen dapat terlihat dengan adanya gelembung busa yang sangat banyak yang menunjukkan keberadaan bahan deterjen atau surfaktan anionik sebagai bahan utama (Setiawan, 2018). Menurut (Hajimi, 2016), jika kandungan bahan tercemar pada badan air melebihi ambang batas maka dapat mengakibatkan oksigen terlarut dalam badan air menurun. Hal ini dapat menyebabkan biota yang hidup dalam badan air akan kekurangan oksigen dan menyebabkan daya hidup biota tersebut akan menurun sehingga dapat merusak keseimbangan lingkungan perairan.

Menurut Metcalf dan Eddy (2003), *Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan kebutuhan oksigen yang digunakan untuk mendegradasikan zat pencemar yang terdapat dalam larutan dengan menggunakan reaksi kimia. pH adalah derajat keasaman atau kebasaan untuk menentukan asam basanya suatu larutan. *Total Suspended Solid* (TSS) merupakan total padatan yang tersuspensi yang ada dalam air berupa bahan organik maupun anorganik. Hal ini akan berdampak buruk pada kualitas air karena akan menyebabkan kekeruhan, dan menghalangi matahari masuk ke dalam limbah cair (Kusumawardani dkk., 2019). Fosfat merupakan salah satu bahan aktif yang terdapat pada deterjen. Detergen

mengandung tiga kategori bahan kimia yaitu, Fosfat (builders) berkisar 70-80%, surfaktan berkisar antara 20-30%, serta pewangi, pemutih, dan bahan yang menimbulkan busa 2-8% (Putri, 2017). Kandungan fosfat yang tinggi dapat menimbulkan warna pada perairan akibat eutrofikasi.

Baku mutu adalah batas maksimum jumlah unsur pencemar yang ada dalam perairan. Standar baku mutu untuk konsentrasi pH, TSS, COD, dan fosfat merujuk pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik serta Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri Sabun, Deterjen dan Produk Minyak Nabati.

Tabel 3.1 Baku Mutu Air Limbah

No.	Parameter Satuan Kadar Paling Tinggi			Baku Mutu
1	pH	-	6-9	Permen LHK No. 68 Tahun 2016
3	COD	mg/L	100	
4	TSS	mg/L	60	Permen LH No. 5 Tahun 2014
5	Fosfat	mg/L	2	

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P. 68 tahun 2016 dan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014

3.2 Filtrasi

Filtrasi merupakan salah satu metode yang paling penting dalam pengolahan air limbah. Filtrasi adalah salah satu metode pengolahan air limbah yang menggunakan media berpori sebagai media filter untuk memisahkan padatan dari cairan, menghilangkan koloid dan zat-zat lainnya yang terkandung dalam air limbah. Proses pemisahan dengan filtrasi dapat dilakukan karena terdapat

perbedaan tekanan antara tekanan di dalam dan dari luar, perbedaan tekanan tersebut akan mendorong padatan pencemar melewati lapisan media filter sehingga padatan akan tertahan pada media filter (Kusnaedi, 2010). Selain itu filtrasi juga merupakan teknologi yang tepat karena sederhana, efektif, efisien dan murah (Khairunnisa, 2021). Media filter umumnya terdiri dari pasir atau kombinasi dari pasir, kerikil, batu, karbon aktif dan ijuk. Setiap media yang digunakan memiliki fungsi yang sama yaitu untuk menghilangkan partikel tersuspensi dan koloid yang terdapat pada air limbah (Said, 2005).

Menurut Sulastri dan Nurhayati (2014), media filter yang tepat dapat menghilangkan zat-zat organik dan kimia yang terdapat pada air limbah, seperti kekeruhan, warna, minyak, karat dan lumpur. Untuk mendapatkan hasil pengolahan limbah yang baik dan memenuhi standar baku mutu, maka diperlukan pemilihan jenis media filter yang tepat karena dengan media filter yang tepat maka hasil pengolahan air limbah akan lebih optimal dan sesuai seperti yang diharapkan (Purwono dan Karbito, 2013).

3.3 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah suatu bahan padatan berpori yang dihasilkan dari proses pembakaran. Karbon aktif dapat dimanfaatkan sebagai adsorben pengolahan limbah, menghilangkan warna serta pemurnian air, karbon aktif memiliki luas permukaan yang besar, mudah di variasikan dengan media lainnya dan lebih ekonomis sehingga karbon aktif menjadi salah satu media penyerap yang banyak digunakan (Gilar, 2013). Selain mempunyai pori-pori sebesar 85-95%, karbon aktif dihasilkan melalui pemanasan dengan suhu yang tinggi sehingga pori-pori karbon aktif yang dihasilkan terbuka dan dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Untuk meningkatkan daya adsorpsi pada karbon aktif, maka dilakukan aktivasi dengan menggunakan suhu yang tinggi, dalam proses tersebut terjadinya penghilangan *hidrogen*. Selain itu, dari proses aktivasi tersebut terjadinya

pengikisan atom karbon melalui tahap pemanasan, sehingga terbentuknya pori-pori baru (Khulu, 2016).

3.4 Zeolit

Zeolit adalah suatu alumina silika yang mempunyai struktur berpori dengan saluran dalam rangka kristal, yang di dalamnya ditempati oleh molekul air dan ion ion logam alkali. Secara umum zeolit mampu menyerap, menukar ion dan menjadi katalis. Sifat zeolit sebagai adsorben dan penyaring molekul dikarenakan struktur zeolit yang berongga, sehingga zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongga. Aktivasi zeolit dapat dilakukan secara fisik maupun kimiawi. Aktivasi fisik dilakukan dengan cara memperkecil ukuran butir, mengayak dan memanaskan dengan suhu tinggi, dimana fungsi dari pemanasan ini adalah untuk menghilangkan bahan organik, memperbesar pori dan proses pengasaman (Utama dkk., 2017).

3.5 Pasir Silika

Pasir silika merupakan hasil dari pelapukan bebatuan yang mengandung mineral utama seperti kuarsa dan feldspar. Kegunaan Pasir silika adalah untuk menghilangkan sifat fisik air, seperti kekeruhan/air berlumpur dan menghilangkan bau pada air. Pada umumnya pasir silika digunakan pada tahap awal sebagai saringan dalam pengolahan air kotor menjadi air bersih. 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 (Artiyani & Firmansyah, 2016). Semakin tebal pasir semakin mampu memberikan hasil kejernihan yang maksimal karena dapat mereduksi pengotor lebih tinggi juga (Handarsari, dkk., 2017).

3.6 Kerikil

Kerikil merupakan batuan kecil yang berasal dari sebuah batu yang berukuran besar, tetapi hancur karena reaksi alam, atau biasa disebut pelapukan

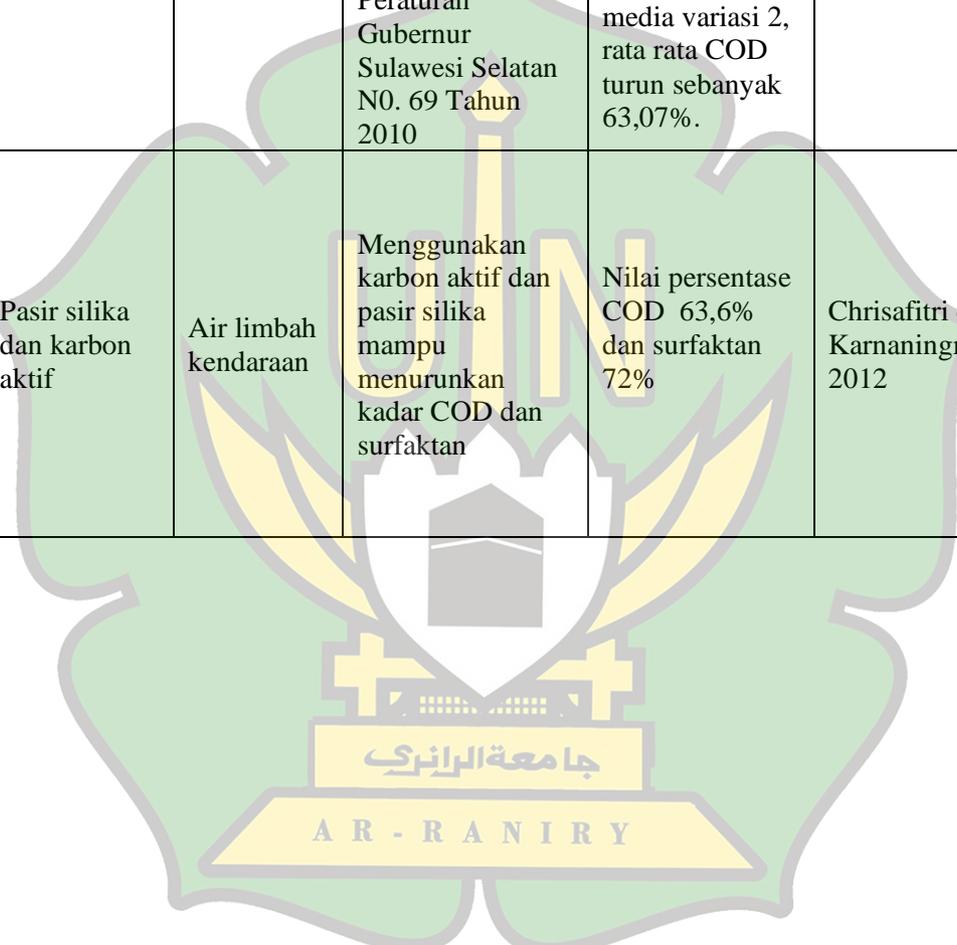
yang terjadi karena perubahan suhu alam yang mendadak atau lumutan. Kerikil memiliki fungsi sebagai penyaring partikel kasar yang ada dalam air limbah, ukurannya lebih besar dari pada pasir. Fungsi kerikil pada filter yaitu sebagai celah atau ruang kosong agar air dapat mengalir melalui lubang bawah (Pinem, 2019).

3.7 Penelitian Relevan

Tabel 3.2 Penelitian yang Relevan

Media	Limbah	Efektivitas	Persentase	Penulis
Pasir silika, arang aktif, zeolit, ijuk dan kerikil	limbah domestik	Hasil filtrasi menunjukkan bahwa media yang digunakan efektif untuk pengolahan limbah domestik	nilai persentase BOD 15,75% nilai persentase TSS 39,64%, nilai persentase COD 15,44% nilai persentase Fosfat 31,04% nilai persentase Kekeruhan 41,67%	Sulianto dkk., 2020
zeolit, pasir dan arang aktif tempurung kelapa	limbah domestik	filtrasi <i>Upflow</i> mampu mengurangi kandungan deterjen dan fosfat	Nilai persentase Deterjen 62.78% Nilai persentase fosfat 67.71%.	Artiyani, dan Firmansyah, 2018
Zeolit dan silika	Limbah <i>laundry</i>	zeolit silika efektif menurunkan COD	Nilai persentase COD 91,26%.	Afifah dan Alia, 2016

Arang aktif, pasir, kerikil, zeolit	Air limbah binatu	Mampu menurunkan COD air limbah <i>laundry</i> namun belum efisien karena belum sesuai dengan Persyaratan Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan NO. 69 Tahun 2010	Penurunan kadar COD media variasi 1, rata rata turun dengan persentase 46,33% sedangkan media variasi 2, rata rata COD turun sebanyak 63,07%.	Ronny dan Muhammad, 2018
Pasir silika dan karbon aktif	Air limbah kendaraan	Menggunakan karbon aktif dan pasir silika mampu menurunkan kadar COD dan surfaktan	Nilai persentase COD 63,6% dan surfaktan 72%	Chrisafitri dan Karnaningroem, 2012



BAB III

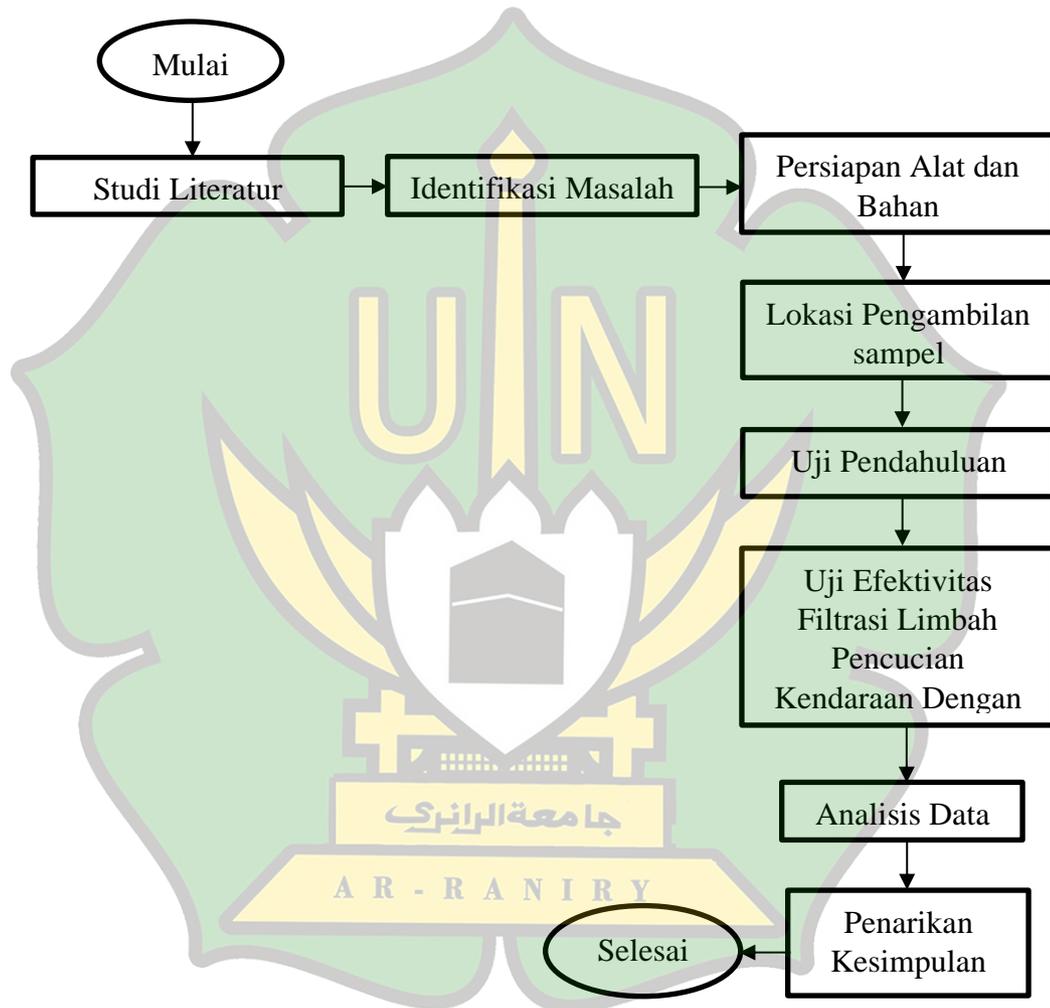
METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan Penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan berikut:

1. Tahapan studi pendahuluan merupakan studi yang dilakukan untuk mendapatkan informasi mengenai proses penelitian yang akan dilakukan dan studi literatur pada penelitian ini menggunakan literatur dari buku, jurnal dan skripsi terdahulu.
2. Identifikasi masalah merupakan langkah awal dari suatu masalah
3. Merancang reaktor sederhana untuk penelitian skala laboratorium
4. Pengambilan sampel air limbah cair pencucian kendaraan pada salah satu usaha *doorsmeer* yang beralamat di Gampong Lamgugob, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh
5. Uji pendahuluan sampel air limbah meliputi parameter pH, TSS, COD, dan fosfat untuk mengetahui tingkat pencemar awal sebelum dilakukan pengolahan.
6. Efektivitas sistem filtrasi menggunakan media filter karbon aktif, pasir silika, zeolit dan kerikil dalam menurunkan parameter pH, TSS, COD, dan fosfat pada air limbah cair kendaraan sehingga mencapai standar baku mutu yang berlaku.
7. Pengukuran parameter pH, TSS, COD, dan fosfat setelah pengolahan dan membandingkannya dengan hasil uji pendahuluan.
8. Analisis data merupakan tahapan yang dilakukan apabila sampel limbah telah diukur parameternya sehingga menjadi informasi dan bisa dipergunakan untuk penarikan kesimpulan.

9. Penarikan kesimpulan, yaitu untuk menjawab tingkat efektivitas penggunaan filtrasi dengan menggunakan filter multimedia karbon aktif, pasir silika, zeolit dan kerikil dalam menurunkan parameter pH, TSS, COD dan Fosfat.

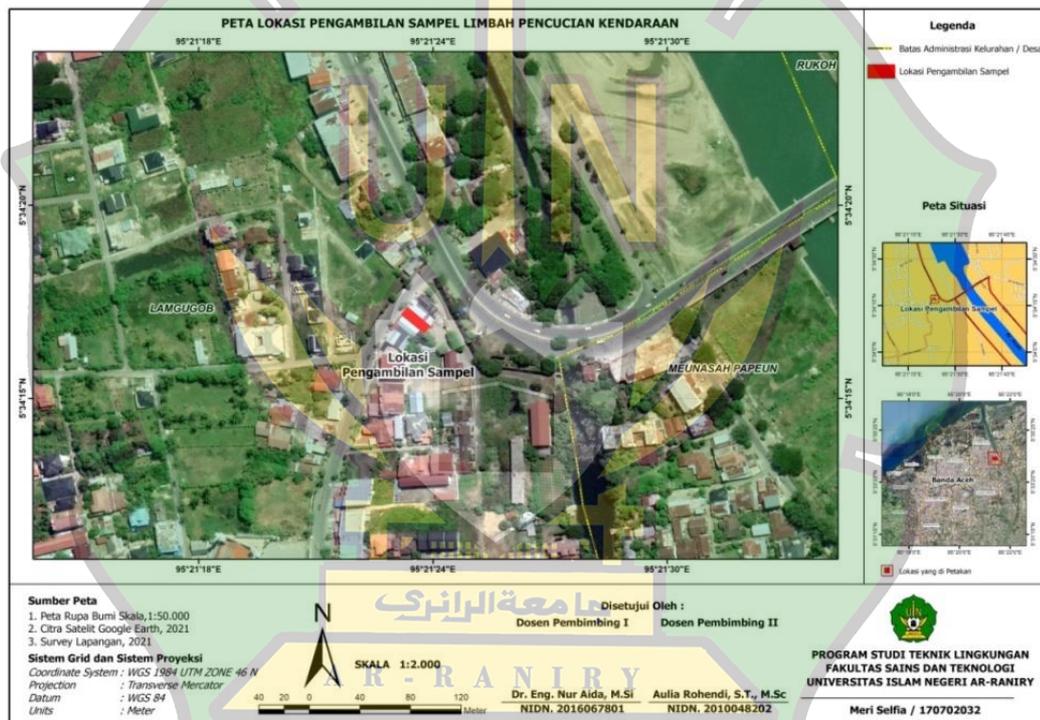


Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah-langkah Kerja.

4.1 Lokasi Penelitian

4.1.1 Lokasi Penelitian dan Pengambilan Sampel

Sampel limbah yang diambil untuk penelitian ini berupa limbah pencucian kendaraan yang bersumber dari *doorsmeer* yang berada di Gampong Lamgugob, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh. Sampel limbah selanjutnya akan diukur kandungan pH, TSS, COD, dan fosfat pada Laboratorium Multifungsi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Lokasi pengambilan sampel ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Informasi Peta Lokasi Pengambilan Sampel

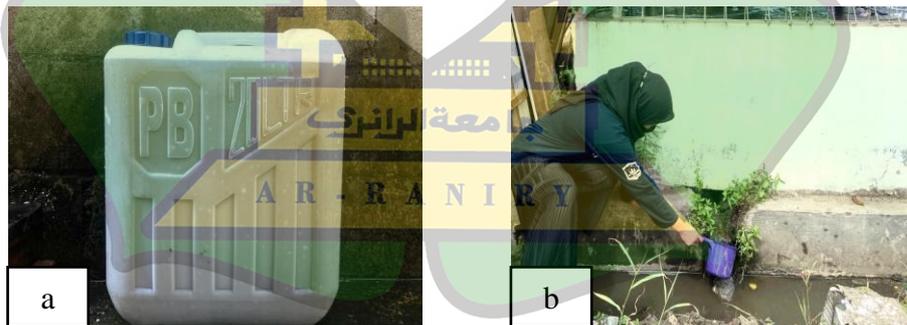
(Sumber: Google Earth)

4.1.2 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *Grab Sampling* atau pengambilan sesaat. Sampel diambil dalam saluran *doorsmeer*, pengambilan

sampel dilakukan berdasarkan (SNI 6989.59:2008) dengan tahapan sebagai berikut:

1. Sampel limbah pencucian kendaraan diambil langsung dari lokasi pembuangan akhir limbah pencucian kendaraan yang berlokasi di Gampong Lamgugob Kecamatan Syiah Kuala, Banda Aceh. Waktu pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari antara pukul 07.00 hingga 10.00 WIB. Waktu tersebut dipilih karena intensitas aktivitas pencucian kendaraan mulai kerja.
2. Sampel diambil dengan menggunakan gayung bertangkai kemudian dituang ke dalam wadah atau drum yang kapasitasnya 500 ml mengikuti arahan sesuai (SNI 6989.59:2008) sebagai berikut:
 - a. Bahan berasal dari material yang tidak berpengaruh pada sifat.
 - b. Bahannya gampang dicuci dari bekas sebelumnya.
 - c. Wadah yang digunakan gampang dipisahkan kedalam botol penampung dengan tidak terdapat sisa bahan tersuspensi di pada wadah.
 - d. Nyaman dan mudah untuk dibawa.
 - e. Kapasitas wadah tergantung dari tujuan penelitian



Gambar 3.3 a) Sampel limbah pencucian kendaraan,
b) proses pengambilan sampel

4.2 Eksperimen Filtrasi

Eksperimen filtrasi dengan menggunakan karbon aktif, zeolit, pasir dan kerikil dalam pengolahan limbah pencucian kendaraan dilaksanakan sebagai berikut:

1. Unit filtrasi dengan media karbon aktif, zeolit, kerikil dan pasir silika dirancang memakai pipa PVC berdiameter 4 inci dan panjang 90 cm dengan lubang keluarannya memiliki ukuran $\frac{3}{4}$ inc.
2. Media filter yang sudah dirancang diatur dengan vertikal memakai beberapa variasi ketebalan. Variasi satu pasir silika, kerikil dan zeolit dengan ketebalan media filter 15 cm dan karbon aktif 10 cm (Sulianto dkk., 2020). Variasi kedua terdiri dari pasir silika, kerikil dan zeolit dengan ketebalan media filter 15 cm dan karbon aktif 20 cm (Artiyani dan Firmansyah, 2016). Variasi ketiga terdiri dari karbon aktif dengan ketebalan media filter 25 cm, pasir silika, kerikil, zeolite 15 cm, variasi keempat terdiri dari karbon aktif dengan ketebalan media filter 10 cm, pasir silika, kerikil dan zeolite 20 cm (Artiyani dan Firmansyah, 2016). Variasi kelima terdiri dari pasir silika, kerikil dan zeolit dengan ketebalan media filter 20 cm (Sulianto dkk., 2020) dan variasi keenam terdiri dari karbon aktif dengan ketebalan media filter 25 cm, pasir silika, kerikil dan zeolit 20 cm (Artiyani dan Firmansyah, 2016).



Gambar 3.4 Reaktor filtrasi a) tampak atas, b) tampak depan

3. Limbah pencucian kendaraan dimasukkan ke dalam unit filtrasi yang sudah dipersiapkan sejumlah 4 liter.
4. Perlakuan dilakukan dengan mengalirkan limbah dalam reaktor.
5. Waktu dan debit limbah yang keluar dicatat lalu limbah di tampung.
6. Jenis dan ketebalan media pada perlakuan dapat dilihat pada Tabel.

Tabel 4.1 Variasi Ketebalan Media

No.	Variasi	Sampel	Ketebalan Media			
			Pasir silika	Karbon aktif	Kerikil	Zeolit
1	v1	Limbah Pencucian Kendaraan	15 cm	10 cm	15 cm	15 cm
2	v2		15 cm	20 cm	15 cm	15 cm
3	v3		15 cm	25 cm	15 cm	15 cm
4	v4		20 cm	10 cm	20 cm	20 cm
5	v5		20 cm	20 cm	20 cm	20 cm
6	v6		20 cm	25 cm	20 cm	20 cm

4.3 Pengukuran Parameter

Pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui kandungan asam basa di dalam perairan. Pengukuran pH dilakukan dengan pH meter. Cara mengukur pH dijelaskan dalam (SNI 06-6898.11-2004) dilakukan sebagai berikut:

- Elektroda dikeringkan dengan kertas tisu, lalu dibilas menggunakan air suling.
- Elektroda dibilas dengan contoh uji.
- Elektroda dicelupkan ke dalam sampel hingga pH meter menunjukkan pembacaan yang stabil.
- Hasil dari pembacaan skala atau angka dicatat pada tampilan dari pH meter.



Gambar 3.5 pH meter

4.3.1 Menentukan Persamaan Parameter COD

Pengukuran COD dilakukan untuk mengetahui jumlah total bahan organik yang ada dengan menggunakan COD meter. Pengukuran COD mengacu pada (SNI.6989.73:2009). Tahapan pengujian COD dilakukan sebagai berikut:

- a. Sampel dimasukkan ke dalam tabung COD 2,5 ml, selanjutnya ditambahkan 1,5 ml larutan campuran $K_2Cr_2O_7$ dan 3,5 ml larutan H_2SO_4 dan ditutup.
- b. Diambil COD Reaktor, ditekan tombol start dan ditunggu suhu naik sampai $150^\circ C$ lalu dimasukkan tabung sampel selama dua jam.
- c. Tabung COD didinginkan, kemudian dilakukan pengukuran sampel menggunakan COD Meter.



Gambar 3.6 Alat COD a) COD Reaktor, b) COD Meter

4.3.2 Menentukan Persamaan Parameter TSS

Total Suspended Solid (TSS) atau padatan tersuspensi adalah padatan yang tersuspensi di dalam air berupa bahan organik dan anorganik. Pengukuran TSS merujuk pada (SNI 06-6989.3-2004). Tahapan pengujian TSS dilakukan sebagai berikut:

- a. Kertas saring whatman nomor 42 diambil dan ditimbang.
- b. Kertas saring dimasukkan ke dalam alat vakum dan dibilas kertas saring dengan aquades sebanyak 100 ml, selama dua menit.

- c. Kertas saring dipindahkan ke dalam oven untuk dipanaskan dengan suhu 103- 105°C selama 1 jam.
- d. Kertas saring didinginkan ke dalam desikator selama 15 menit.
- e. Kertas saring ditimbang setelah didinginkan dan dicatat.
- f. Kertas saring dicuci dengan 3x10 mL air suling, biarkan kering sempurna, dan dilanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan yang sempurna.
- g. Kertas saring dibilas dengan aquades lalu dimasukkan sampel 100 ml kedalam vakum.
- h. Kertas saring dipindahkan dengan hati-hati dari peralatan penyaring dan dipindah ke wadah, jika digunakan cawan porselen atau gooch pindahkan cawan dari rangkaian alat.
- i. Kertas saring dikeringkan dalam oven pada suhu 103°-105°C selama 1 jam.
- j. Kertas saring didinginkan dalam desikator dan ditimbang, hingga diperoleh berat konstan.
- k. Kadar TSS dihitung dalam mg/L, dengan persamaan I

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{A - B \times 1000}{\text{volume contoh uji, mL}} \quad (I)$$

dengan A adalah kertas saring + residu kering (mg) dan B adalah berat kertas saring (mg).



Gambar 3.7 Pengukuran TSS

4.3.3 Menentukan Kandungan Fosfat

Pengukuran dilakukan berdasarkan SNI 06-6989.31:2005. Langkah-langkah pengukuran sebagai berikut.

- a. 50 mL sampel dipipet dan dimasukkan ke dalam labu *erlenmeyer*.
- b. Ditambahkan 1 tetes indikator fenolftalein, jika terbentuk warna muda maka ditambahkan H₂SO₄ pertetes sampai warna hilang.
- c. Ditambahkan larutan campuran sebanyak 8 mL lalu dihomogenkan.
- d. Dimasukkan ke dalam kuvet dan dimasukkan ke dalam alat spektrofotometer, lalu dibaca serta dicatat serapan pada panjang gelombang nm pada rentang waktu 10 sampai 30 menit.

4.4 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menghitung efektivitas penurunan parameter TSS, COD dan Fosfat pada air limbah sebelum dan sesudah perlakuan. Efektivitas proses adalah nilai yang menunjukkan perbandingan antara besarnya nilai parameter yang masuk ke suatu proses dengan nilai yang keluar dari proses tersebut. Besarnya efektivitas dinyatakan dalam bentuk persentase (%), menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{A_0 - A_n}{A_0} \times 100 \% \quad (2)$$

A₀ adalah kadar pencemar sebelum dilakukan pengolahan, dan A_n adalah kadar pencemar setelah dilakukan pengolahan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Eksperimen

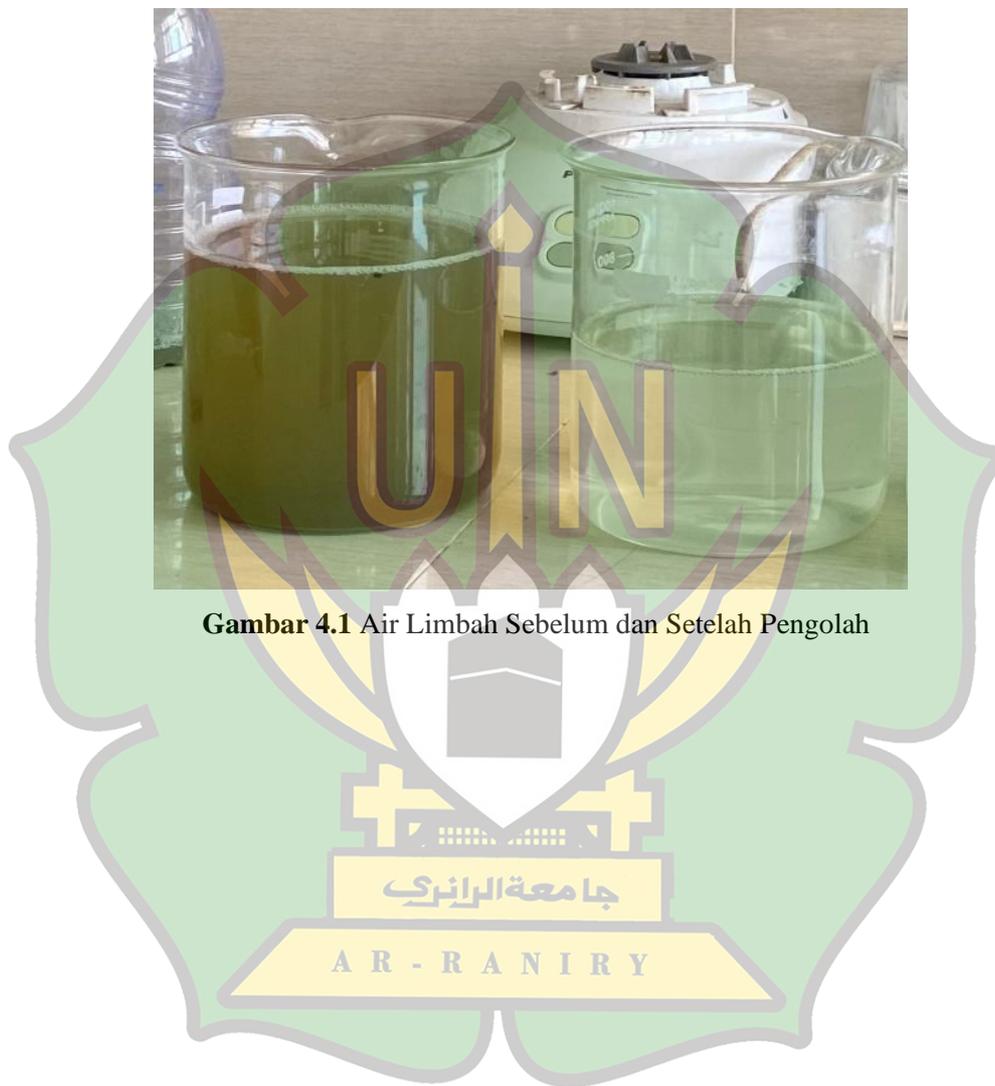
Hasil pengukuran sampel dengan parameter pH, TSS, COD dan fosfat sebelum dan setelah perlakuan filtrasi menggunakan filter multimedia bisa dilihat pada Tabel 4.1. Air limbah yang akan difiltrasi bersumber dari salah satu *doorsmeer* yang berada di Gampong Lamgugob yang memiliki konsentrasi awal sebelum pengolahan pH 10,1 dan TSS 1.360 mg/l, COD 1.500 mg/l, fosfat 10.480 mg/l. Dari nilai tersebut dapat dilihat bahwa nilai pH dan kandungan TSS, COD dan fosfat belum memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Sabun, Deterjen dan Produk-Produk Minyak Nabati serta Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. Sehingga jika dibuang ke badan air tanpa pengolahan dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan. Oleh karena itu dibutuhkan pengolahan untuk menurunkan nilai pH dan kadar TSS, COD, Fosfat dengan cara menggunakan metode filtrasi menggunakan filter multimedia.

Dari hasil filtrasi tersebut menunjukkan bahwa pada v1 terjadi perubahan yang signifikan dengan nilai pH 8,1, TSS 271 mg/l, COD 524 mg/l dan fosfat 3,620 mg/l. Pada v2 nilai pH 7,8, TSS 231 mg/l, COD 188 mg/l dan fosfat 3,460 mg/l. Pada v3 nilai pH 7,2, TSS 209 mg/l, COD 160 mg/l dan fosfat 3,310 mg/l. Pada v4 nilai pH 7,2, TSS 155 mg/l, COD 142 mg/l dan fosfat 3,230 mg/l. Pada v5 nilai pH 7,1, TSS 77 mg/l, COD 120 mg/l dan fosfat 2,810 mg/l. Pada v6 terjadi penurunan tertinggi dengan nilai pH 7,0, TSS 39 mg/l, COD 91 mg/l dan fosfat 2,720 mg/l. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tebal media yang

digunakan maka semakin tinggi pula tingkat penurunan nilai pH, TSS, COD, dan fosfat. Untuk hasil pengolahan secara fisik dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Air Limbah Sebelum dan Setelah Pengolah



Tabel 5.1 Hasil Analisis dan Efektivitas Parameter pH, COD, TSS, dan Fosfat Sebelum dan Setelah Proses Filtrasi

Tahapan Perlakuan	Waktu (menit)	pH	TSS (Mg/l)	Efektivitas Penurunan TSS (%)	COD (Mg/l)	Efektivitas Penuruna COD (%)	Fosfat (Mg/l)	Efektivitas Penurunan Fosfat (%)
Baku Mutu		6-9	60		100		2	
Nilai Sebelum Perlakuan		10,1	1.360		1.500		10,480	
Nilai Setelah Perlakuan								
Variasi 1	47:30	8,1	271	80,07%	524	65,06%	3,620	65,45%
Variasi 2	58:15	7,8	231	83,01%	188	87,46%	3,460	66,98%
Variasi 3	68:21	7,2	209	84,63%	160	89,33%	3,310	68,41%
Variasi 4	71:59	7,2	155	88,60%	142	90,53%	3,230	69,17%
Variasi 5	90:13	7,2	77	94,33%	120	92%	2,810	73%
Variasi 6	110:42	7	39	97,13%	91	93,93%	2,720	74%

5.2 Pembahasan

5.2.1 Parameter pH

Berdasarkan hasil filtrasi yang telah dilakukan dapat dilihat penurunan pH, pada Tabel 4.1. Hasil pH sebelum perlakuan adalah 10,1 nilai tersebut cenderung bersifat basa. Hal ini terjadi dikarenakan terdapat zat yang bersifat alkalis (Solichatun, 2005). Nilai pH dari limbah pencucian kendaraan yaitu 10,1 pada keadaan tersebut limbah yang dihasilkan bersifat basa, sedangkan setelah dilakukannya proses filtrasi didapatkan hasil pH yang berbeda sesuai dengan ketebalan dan variasi jenis media yang digunakan, ditunjukkan pada Tabel 4.2 bahwa penurunan nilai pH yang terdapat di v1 sebesar 8,1, v2 7,8, v3 7,2, v4 7,2 v5 7,2 dan v6 7. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan pH dipengaruhi oleh jenis media dan ketebalannya. Karena semakin tebal media filtrasi maka semakin luas permukaan pengikat kontaminan dan jarak yang ditempuh juga semakin lama sehingga hasil pengolahannya semakin maksimal.

Selain itu, jenis media yang digunakan juga berpengaruh dalam proses filtrasi dikarenakan zeolit, karbon aktif mengikat ion-ion logam (Heriyani & Mugisidi, 2016). Media pasir juga memiliki kemampuan untuk menahan kontaminan yang ada pada limbah. Semakin kecil ukuran pasir maka akan semakin banyak polutan-polutan yang akan tertahan pada pori-porinya. Zeolit juga termasuk dalam media yang mampu merendam atau menurunkan polutan mikro misalnya zat organik, dan deterjen yang terdapat dalam air (Ronny, 2018).

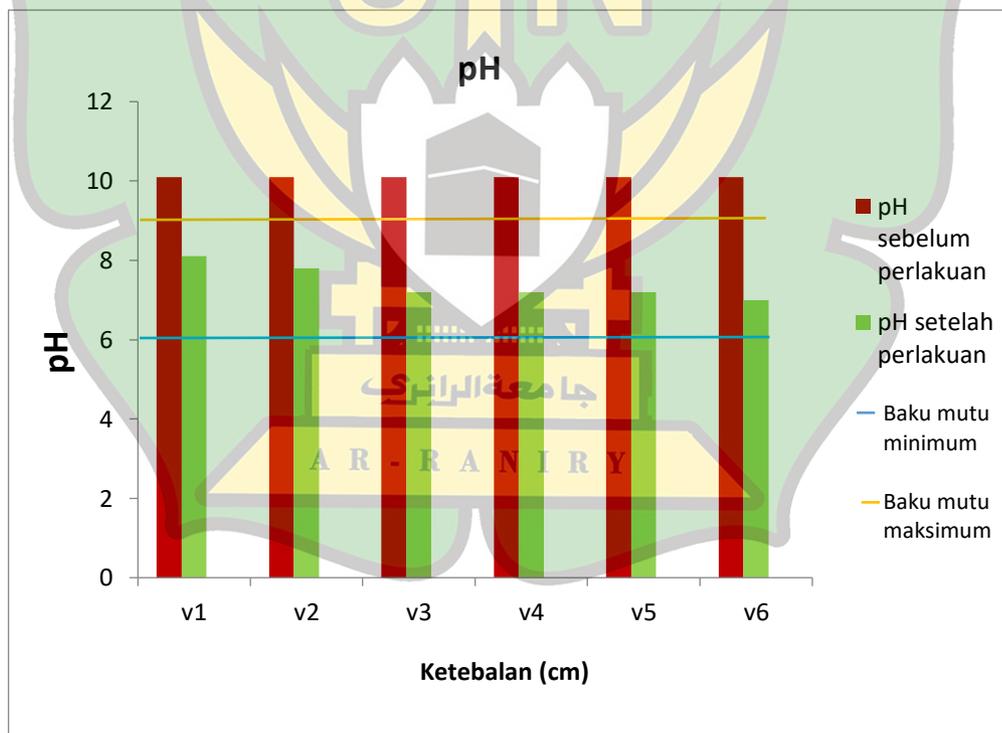
Adapun urutan variasi media filter yang digunakan diawali dengan pasir silika, kerikil, arang aktif dan zeolit. Urutan media filter tersebut paling bagus dikarenakan saat air dialirkan dari atas ke bawah zeolit berada pada urutan paling bawah, sehingga air yang melewati pasir kerikil dan karbon aktif mempunyai kesempatan kontak yang lebih lama dengan media tersebut (Sulianto dkk., 2020).

Tabel 5.2 Nilai pH pada Air Limbah Pencucian Kendaraan

No.	Parameter	Variasi	Awal	Konsentrasi Akhir
1	pH	1	10,1	8,1
		2		7,8
		3		7,2
		4		7,2
		5		7,2
		6		7,0

(Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium, 2021)

Tabel 4.2 menunjukkan nilai pH awal sebesar 10,1 setelah dilakukan pengolahan dengan cara filtrasi pada variasi 1 turun menjadi 8,1, variasi ke 2 turun 7,8, pada variasi ke 3, 4 dan ke 5 turun menjadi 7,2, variasi ke 6 turun menjadi 7.



Gambar 4.2 Hasil Pengukuran pH

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penetralan pH dipengaruhi oleh jenis dan ketebalan media, semakin tebal media yang digunakan maka nilai pH semakin menurun. Menurut Saputra, (2010) pH memiliki peran besar untuk menyatakan baik buruknya suatu perairan bagi makhluk hidup. Jika kondisi perairan memiliki pH sangat asam atau sangat basa maka akan terjadinya gangguan pada respirasi organisme hidup (Naily dan Rusydi, 2014). Ditunjukkan pada gambar 4.2 penurunan parameter pH terjadi secara merata di semua variabel ketebalan media filter, pada v1 dengan ketebalan media karbon aktif 10 cm, zeolit, kerikil, dan pasir 15 cm, pada v2 media karbon aktif 20 cm, zeolit, kerikil dan pasir 15 cm, pada v3 karbon aktif 25 cm, zeolit, kerikil dan pasir 15 cm, pada v4 karbon aktif 10 cm, zeolit, kerikil dan pasir 20 cm, pada v5 karbon aktif 20 cm, zeolit, kerikil dan pasir 20 cm dan pada v6 karbon aktif yang digunakan 25 cm, zeolit, kerikil dan pasir 20 cm, dengan rata-rata persentase penurunan terbesar pada ketebalan karbon aktif 25 cm, pasir silika, zeolit dan kerikil 20 cm pada ketebalan tersebut pH turun mencapai 7. Penelitian ini relevan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Aliman, 2017), yang menyatakan penambahan volume karbon aktif, pasir dalam proses filtrasi dapat menurunkan pH dari 10,1 menjadi 7.

5.2.2 Parameter TSS

Total Suspended Solid (TSS) merupakan padatan melayang dalam cairan limbah (Gultom dkk., 2018). *Total Suspended Solid* (TSS) merupakan padatan melayang dalam cairan limbah (Gultom dkk., 2018). Jika kandungan TSS berlebih akan menghalangi potensi cahaya yang masuk ke perairan, sehingga dapat mengganggu proses fotosintesis. Selain itu TSS merupakan partikel-partikel yang tidak dapat terlarut dan mengendap secara langsung (Jannah, 2020). Berdasarkan Tabel 4.3 konsentrasi kandungan TSS awal yang didapatkan sebesar 1.360 mg/l. Sedangkan setelah dilakukannya proses filtrasi didapatkan hasil TSS yang berbeda sesuai dengan ketebalan dan variasi jenis media yang digunakan. Adapun

urutan media filter tersebut paling bagus dikarenakan saat air dialirkan dari atas ke bawah zeolit berada pada urutan paling bawah, sehingga air yang melewati pasir kerikil dan karbon aktif mempunyai kesempatan kontak yang lebih lama dengan media tersebut (Sulianto dkk., 2020), urutan media filter merupakan satu hal penting diperhatikan. Jika media filter tidak diurutkan secara tepat maka akan mengganggu hasil dari penyaringan.

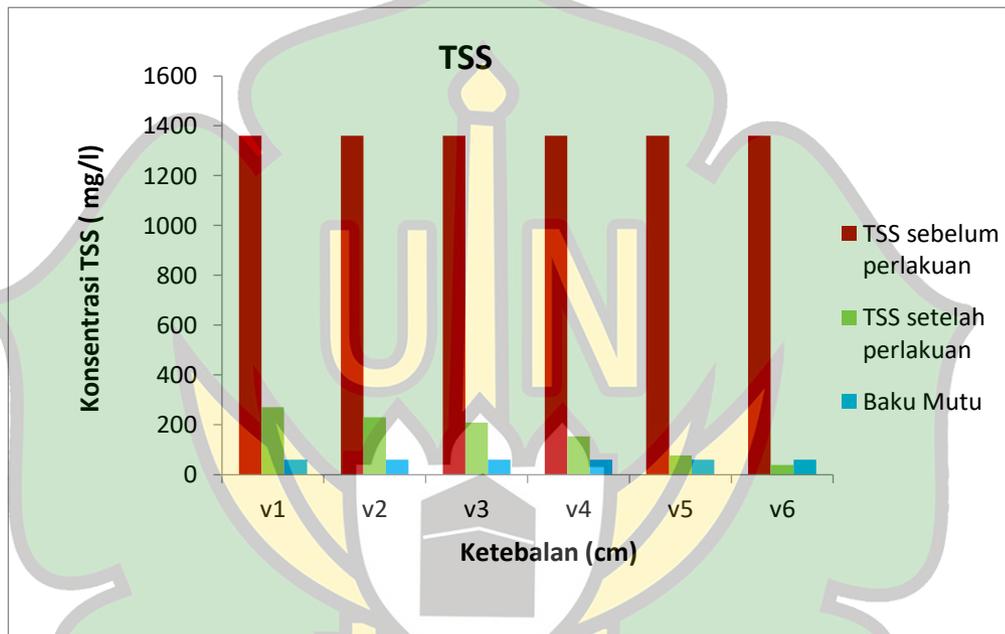
Tabel 5.3 Nilai TSS pada Air Limbah Pencucian Kendaraan

No.	Parameter	Variasi	TSS sebelum Perlakuan	TSS Setelah Perlakuan	Persentase
1	TSS	1	1.360 mg/l	271 mg/l	80,07 %
		2		231 mg/l	83,01 %
		3		209 mg/l	84,63 %
		4		155 mg/l	88,60 %
		5		77 mg/l	94,33 %
		6		39 mg/l	97,13 %

(Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium, 2021)

Tabel 4.3 menunjukkan nilai TSS terjadi penurunan, hasil sampel awal yang didapatkan sebesar 1.360 mg/l, setelah melakukan filtrasi dengan ketebalan media karbon aktif 10 cm, pasir silika, zeolit, kerikil 15 cm nilai TSS turun menjadi 524 mg/l dengan persentase 80,07%. Penurunan yang paling optimal terjadi pada variasi keenam dengan ketebalan karbon aktif 25 cm, pasir silika, zeolit dan kerikil 20 cm dengan persentase sebesar 97,13%. ditunjukkan pada gambar 4.3 penurunan kandungan TSS yang paling efektif dan memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Dosis variasi yang digunakan, semua perlakuannya mampu menyerap kadar TSS. Penurunan nilai TSS tertinggi pada variasi 6 39 mg/l dengan efisiensi 97,13%. Hal ini mengindikasikan bahwa media yang digunakan seperti pasir mampu menyisihkan TSS pada limbah. Selain itu media zeolit juga memiliki daya serap, sehingga mampu membuat sejumlah partikel padat dapat teradsorpsi (Silviani, 2019). Menurut Sulistyanti dkk, (2018), karbon aktif juga

memiliki daya serap yang besar dalam menyerap partikel padat. Hal ini disebabkan adanya sifat adsorpsi dari karbon aktif yang mempunyai sifat penukar kation sehingga mampu menyerap TSS. Tingginya konsentrasi TSS pada air akan menghambat penetrasi cahaya ke dalam air sehingga mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis (Lestari dkk. 2015).



Gambar 4.3 Hasil Pengukuran TTS

Berdasarkan Gambar 4.3 menunjukkan bahwa terjadi penurunan yang cukup signifikan pada parameter TSS. Besarnya penurunan parameter TSS mencapai rentang 80,07% hingga 92,64%. Hasil analisis data penelitian sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.3 penurunan parameter TSS terjadi secara merata di setiap variasi media filter dengan rata-rata penurunan pada v1 mencapai 271 mg/l, v2 231 mg/l, v3 209 mg/l, v4 155 mg/l, v5 77 mg/l dan v6 39 mg/l. Jadi dapat diketahui bahwa pada ketebalan karbon aktif 25 cm, pasir silika, zeolit dan kerikil dengan ketebalan media 20 cm mampu menurunkan mencapai 39 mg/l atau dengan persentase 97,13%. Sehingga semakin tebal media yang digunakan semakin baik pula penurunan parameter TSS dan waktu yang dibutuhkan juga

semakin lama. Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Zahro, 2020) menggunakan karbon aktif dan pasir silika sebagai media filter dalam pengolahan limbah *laundry* mampu menurunkan kadar TSS sebesar 6,67%. dapat dilihat juga pada penelitian (Halim, 2014) dengan menggunakan karbon aktif, pasir halus, pasir kasar dan kerikil mampu menurunkan TSS sebesar 92,57%. Hal ini menunjukkan bahwa efektivitas penyisihan konsentrasi TSS pada penelitian ini lebih tinggi mencapai 97,13%.

5.2.3 Parameter COD

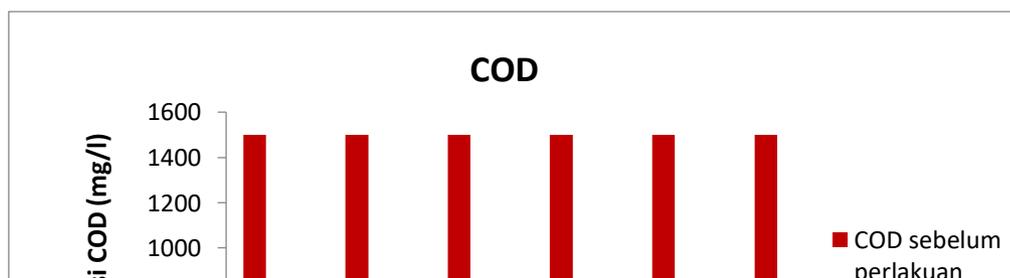
COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimia, semakin tingginya jumlah COD yang didapatkan maka semakin tinggi kebutuhan oksigen di perairan (Sulianto dkk., 2020). Berdasarkan Tabel 4.4 konsentrasi kandungan COD awal yang didapatkan sebesar 1500 mg/l. Sedangkan setelah dilakukannya proses filtrasi didapatkan hasil TSS yang berbeda sesuai dengan ketebalan dan variasi jenis media yang digunakan. Adapun urutan variasi media filter yang digunakan diawali dengan pasir silika, kerikil, arang aktif dan zeolit. Urutan media filter tersebut paling bagus dikarenakan saat air dialirkan dari atas ke bawah zeolit berada pada urutan paling bawah, sehingga air yang melewati pasir kerikil dan karbon aktif mempunyai kesempatan kontak yang lebih lama dengan media tersebut (Sulianto dkk., 2020). - R A N I R Y

Tabel 5.4 Nilai COD pada Air Limbah Pencucian Kendaraan

No.	Parameter	Variasi	COD Sebelum Perlakuan	COD Setelah Perlakuan	Persentase
1	COD	1	1500 mg/l	524 mg/l	65,06 %
		2		188 mg/l	87,46 %
		3		160 mg/l	89,33%
		4		142 mg/l	90,53%
		5		120 mg/l	92%
		6		91 mg/l	93,93 %

(Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium, 2021)

Tabel 4.4 menunjukkan setelah melakukan filtrasi dengan ketebalan media karbon aktif 10 cm, pasir silika, zeolit, kerikil 15 cm, nilai COD turun menjadi 525 mg/l atau dengan persentase penurunan sebesar 65,06%. Kemudian pada v2 turun menjadi 188 atau dengan persentase 87,46%, v3 160 mg/l atau persentase 89,33%, pada v4 142 mg/l atau persentasenya 90,53%, v5 turun menjadi 120 mg/l dengan persentase 92% dan v6 91 mg/l atau persentase 93,93%. Filtrasi terbukti dapat memberikan pengaruh yang signifikan dalam menurunkan kadar COD hingga lebih dari 65% jika dibandingkan dengan sampel air limbah sebelum perlakuan. Tingginya nilai COD pada air limbah menunjukkan banyaknya jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik yang ada dalam limbah (Pungus dkk., 2019).





Gambar 4.4 Hasil Pengukuran COD

Berdasarkan Gambar 4.4 menunjukkan bahwa media kombinasi karbon aktif, zeolit, kerikil dan pasir mampu menurunkan kadar COD semakin tebal variabel media filter yang digunakan semakin besar pula nilai konsentrasi COD yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan media yang digunakan seperti zeolit mempunyai kapasitas pertukaran ion yang tinggi karena dapat memisahkan molekul gas atau zat lain dari suatu campuran tertentu. Hasil analisis data penelitian sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.4 penurunan parameter COD terjadi secara merata di semua variabel ketebalan media filter. Pengukuran COD dilakukan sebanyak enam kali variasi, dilakukan pada masing-masing variabel ketebalan media filter. Pada v1 menggunakan karbon aktif 10 cm, zeolit, kerikil dan pasir 15 cm, v2 karbon aktif 20, zeolit, kerikil dan pasir 15 cm, v3 karbon aktif 25 cm, zeolit, kerikil dan pasir 15 cm, pada v4 karbon aktif 10 cm, zeolit, kerikil, pasir 20 cm, v5 Karbon aktif 20 cm, zeolit, kerikil pasir 20 dan v6 karbon aktif 25 cm, zeolit, kerikil dan pasir 20 cm dan penurunan terbesar 91 mg/l dengan persentase 93,93%. Ditunjukkan pada gambar 4.4 penurunan kandungan COD yang paling efektif dan memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan. Pada setiap variasi mampu menurunkan kadar COD. Pada penelitian terdahulu yang sudah

dilakukan oleh (Chrisafitri dan Karnaningroem, 2012) pemberian karbon aktif menghasilkan efisiensi removal COD total sebesar 94,1%.

5.2.4 Parameter Fosfat

Fosfat adalah senyawa kimia dalam bentuk ion yang dapat menurunkan kualitas perairan, kadar fosfat yang tinggi dalam air limbah yang langsung dibuang ke badan air dapat mengakibatkan berbagai permasalahan lingkungan. Berdasarkan Tabel 4.5 menunjukkan konsentrasi kandungan fosfat awal yang didapatkan sebesar 10,480 mg/l. Sedangkan setelah dilakukannya proses filtrasi didapatkan hasil fosfat yang berbeda sesuai dengan ketebalan dan variasi jenis media yang digunakan. Menurut (Sulianto dkk., 2020), urutan variasi media filter yang digunakan diawali dengan pasir silika, kerikil, arang aktif dan zeolit, urutan media filter tersebut paling bagus dikarenakan saat air dialirkan dari atas ke bawah zeolit berada pada urutan paling bawah, sehingga air yang melewati pasir kerikil dan karbon aktif mempunyai kesempatan kontak yang lebih lama dengan media tersebut.

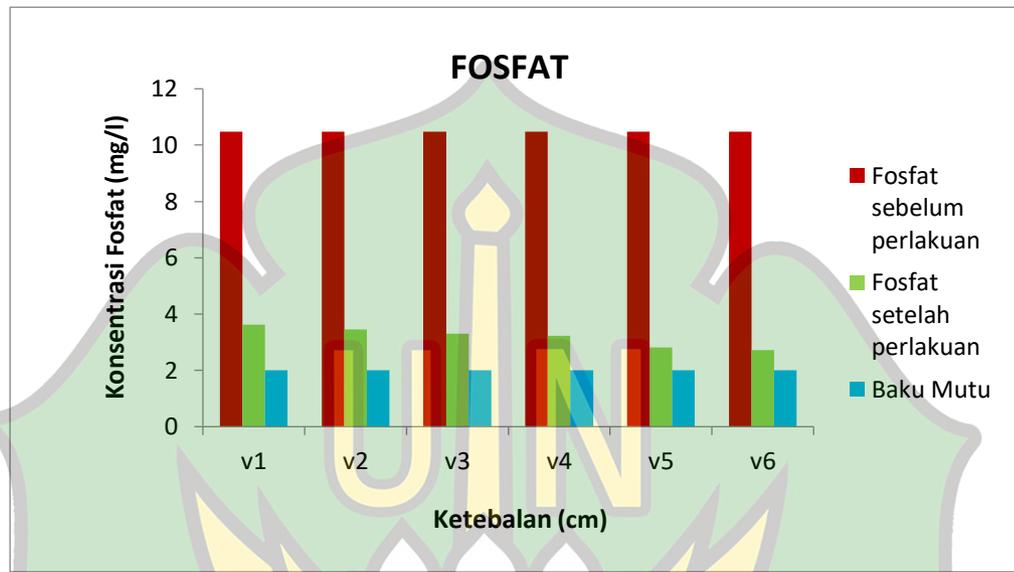
Tabel 5.5 Nilai Fosfat pada Air Limbah Pencucian Kendaraan

No	Parameter	Variasi	Fosfat Sebelum Perlakuan	Fosfat Setelah Perlakuan	Persentase
1	Fosfat	1	10,480 mg/l	3,620 mg/l	69,17%
		2		3,460 mg/l	66,98%
		3		3,310 mg/l	68,41%
		4		3,230 mg/l	65,45%
		5		2,810 mg/l	73%
		6		2,720 mg/l	74%

(Sumber: Hasil Pengujian di Laboratorium, 2021)

Berdasarkan hasil pengujian di laboratorium menunjukkan bahwa filtrasi menggunakan media karbon aktif, pasir silika, zeolit dan kerikil dengan ketebalan karbon aktif 10, 20, 25 cm, pasir silika, zeolit dan kerikil 15, 20 cm mampu menurunkan konsentrasi fosfat dalam air limbah pencucian kendaraan. Tinggi

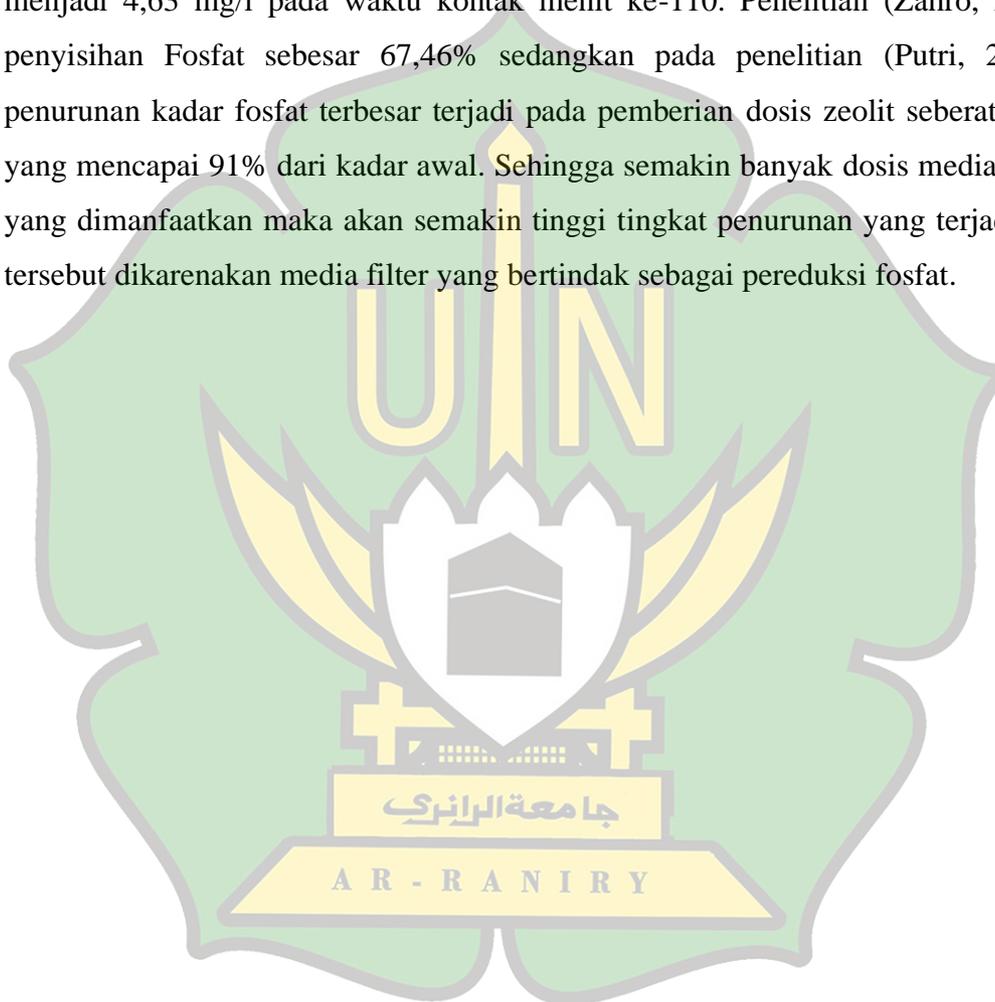
penurunan terjadi pada v6 nilai fosfat mencapai 2,720 mg/l atau dengan persentase penurunan sebesar 74%. Namun nilai tersebut belum memenuhi standar baku mutu.



Gambar 4.5 Hasil Pengukuran Fosfat

Berdasarkan Gambar 4.5 Konsentrasi fosfat pada v1 dengan ketebalan media karbon aktif 10, zeolit, kerikil dan pasir 15 cm mengalami penurunan secara signifikansi sebesar 3,620 mg/l atau persentase 65,45%, pada v2 dengan ketebalan karbon aktif 20 dan zeolit, kerikil, pasir 15 cm terjadi penurunan 3,460 mg/l dengan persentase 66,98%. Pada v3 dengan ketebalan media karbon aktif 25, zeolit, kerikil dan pasir 15 cm terjadi penurunan mencapai 3,310 mg/l atau persentase 68,41%. Pada v4 dengan ketebalan karbon aktif 20, zeolit, kerikil dan pasir 20 cm dengan penurunan 3,230 mg/l dengan persentase 69,17% dan yang paling tinggi terjadi penurunan pada v5 dan v6 dengan ketebalan media yang digunakan karbon aktif 20, 25 cm, pasir silika, zeolit dan kerikil 20 cm mencapai 2,810 mg/l, 2,720 mg/l atau persentase 73%, 74%. Namun nilai tersebut belum memenuhi baku mutu. Hal tersebut dikarenakan ketebalan media yang masih kurang sehingga tidak mampu menurunkan kadar fosfat. Menurut Lestari (2010),

terjadinya penurunan kadar fosfat dikarenakan anion yang terkandung pada fosfat mengalami pertukaran dengan kation-kation pada zeolit. Pada penelitian terdahulu (Artiyani dan Firmansyah, 2016) menggunakan media filter pasir silika, zeolit dan arang aktif dapat menurunkan kadar fosfat dari konsentrasi awal 14,33 mg/l menjadi 4,63 mg/l pada waktu kontak menit ke-110. Penelitian (Zahro, 2020) penyisihan Fosfat sebesar 67,46% sedangkan pada penelitian (Putri, 2021), penurunan kadar fosfat terbesar terjadi pada pemberian dosis zeolit seberat 3 kg yang mencapai 91% dari kadar awal. Sehingga semakin banyak dosis media filter yang dimanfaatkan maka akan semakin tinggi tingkat penurunan yang terjadi hal tersebut dikarenakan media filter yang bertindak sebagai pereduksi fosfat.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil uji filtrasi menggunakan multimedia filter yang menggabungkan karbon aktif, zeolit, kerikil dan pasir mampu menurunkan pH, dan mampu menurunkan parameter TSS, COD dan Fosfat. Dalam penurunan paling efektif pada variasi 6 memiliki hasil pH 7, sebesar 97,13% untuk TSS, COD sebesar 92,33% dan Fosfat sebesar 74%.
2. Ketebalan media sangat berpengaruh terhadap penurunan pH, TSS, COD dan fosfat. Semakin tebal media yang digunakan maka semakin tinggi tingkat penurunan nilai pH, TSS, COD dan Fosfat.
3. Efektivitas optimum filtrasi dalam menurunkan parameter fosfat hingga mencapai 74%. Parameter fosfat setelah pengolahan belum memenuhi standar baku mutu.

6.1 Saran

Berdasarkan hasil yang diperoleh, penelitian mengajukan saran-saran sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya Malangkah baiknya sebelum dilakukan penelitian diperlukan uji pendahuluan kemampuan media karbon aktif zeolit pada limbah *doorsmeer*.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan pemanfaatan media lain dengan ketebalan yang berbeda serta desain reaktor dengan permukaan yang lebih luas.
3. Penelitian selanjutnya diperlukan penambahan uji parameter kekeruhan dan surfaktan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Lestari, N. A., Diantari, R., & Efendi, E. (2015). Penurunan Fosfat pada Sistem Resirkulasi dengan Penambahan Filter yang Berbeda. *E-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 3(2), 367–374. <https://doi.org/10.23960/jrtbp.v3i2.648p367-374>
- Alifia, A.R., dan Ratnawati, R. (2020). Pemanfaatan Effective Microorganism (Em) Limbah Sayur Untuk Pengolahan Limbah Laundry. *Jurnal Envirotek*, 12(2), 106–112.
- Aliman. (2017). *Pengaruh Absorpsi Karbon Aktif dan Pasir Silika Terhadap Penurunan Kadar Besi (Fe), Fosfat (Po4), dan Deterjen dalam Limbah Laundry*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- 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. *Industri Inovatif*, 6(1), 8–15.
- Chrisafitri, R. A., & Karnaningroem, N. (2012). Pengolahan Air Limbah Pencucian Mobil dengan Reaktor Saringan Pasir Lambat dan Karbon Aktif. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVI*, 1–8. %0 Asaringan pasir lambat, COD, surfaktan, adsorpsi, karbon aktif.
- DISUB (Dinas Perhubungan).2021. Kota Banda Aceh.
- Gilar, dkk. (2013). Pembuatan Karbon Aktif Dari Arang Tempurung Kelapa Dengan Aktivator $ZnCl_2$ Dan Na_2CO_3 Sebagai Adsorben Untuk Mengurangi Kadar Fenol Dalam Air Limbah. *Jurnal Teknik Pomits*. 2(1). 116-120.
- Gultom, S. O., Mess, T. N., & Silamba, I. (2018). Pengaruh Penggunaan Beberapa Jenis Media Filtrasi Terhadap Kualitas Limbah Cair Ekstraksi Sagu (metroxylon sp.). *Agrointek*, 12(2), 81.
- Halim, P.A. (2014). *Biosand Filter Dengan Reaktor Karbon Aktif Dalam Pengolahan Limbah Cair Laundry*. Skripsi. Depok: Universitas Hasanuddin.
- 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.
- Heriyani, O., & Mugisidi, D. (2016). *Pengaruh Karbon Aktif dan Zeolit pada pH Hasil Filtrasi Air Banjir*. 199–202.
- Jannah, R., Sains, F., Teknologi, D. A. N., Ar-raniry, U. I. N., & Aceh, B. (2020).

sebagai Biokoagulan untuk Pengolahan.

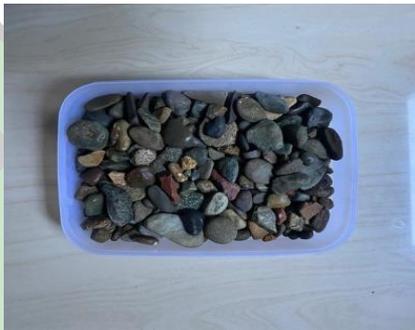
- Khairunnisa. (2021). *Pengolahan Air Bersih dengan Metode Filtrasi Menggunakan Media Arang Aktif Kulit Durian Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh 2021 M / 1442 H Menggunakan Media Arang Aktif Kulit Durian*. Ar-Raniry.
- Khulu, R. H. (2016). Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru. Program Studi Kimia, Fakultas MIPA. Universitas Lampung: Bandar Lampung.
- Kusnaedi. (2010). *Mengolah Air Kotor untuk Air Minum*. Bekasi: Penebar Swadaya.
- Kusumawardani, Y., Subekti, S., & Soehartono. (2019). Potensi dan Pengaruh Batang Pisang sebagai Media Filter pada Pengolahan Air Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 16(3), 196–204.
- Lestari D.E. 2012. Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Metode Rawa Buatan (Constructed Wetland). Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Makassar.
- Metcalf, & Eddy. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. McGraw-Hill, Inc: USA.
- Nayli, Wilda dan Rusydi, A. F. (2014). Kemampuan Zeolit Dalam Sorpsi Terhadap Nitrat di Air. Pusat Penelitian Geoteknologi . Bandung.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun (2014). "Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan/atau Kegiatan Industri Sabun, Deterjen, dan Produk-Produk Minyak Nabati". *Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia*.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun (2016). "Baku Mutu Air Limbah Domestik". *Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia*.
- Pinem, K. I. (2019). Pengaruh Rate Filtrasi Dan Ketebalan Media Pasir Silika Terhadap Penurunan Nilai Kekeruhan Dan Peningkatan Nilai Ph Dalam Filtrasi Air Gambut. [Tugas Akhir]
- Pungus, M., Palilingan, S., & Early Tumimomor. (2019). Penurunan kadar BOD dan COD dalam Limbah Cair Laundry Menggunakan Kombinasi Adsorben Alam sebagai Media Filtrasi. *Fullerene Journ of Chem*, 4(No.2), 54–60.
- Purwono, & Karbito. (2013). Pengolahan Air Sumur Gali Menggunakan Saringan

- 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.
- Putri, A. Y. U. C. (2021). *Program studi s1 kesehatan masyarakat fakultas kesehatan masyarakat universitas sumatera utara 2021*.
- Putri, I. (2017). Studi Penurunan Chemical Oxygen Demand (COD) dan Fosfat Pada Air Limbah Menggunakan Biofilter Anaerobik-Aerobik Tercelup dengan Media Bioball. Sumatera Utara: Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sumatera Utara
- Puspawati, S. W., Ilmu, S., Universitas, L., Pusat, K. J., dan Khusus, D., (2017). Alternatif Pengolahan Limbah Industri Tempe Dengan. 129–136.
- Ronny. 2018. Penurunan Kadar COD dengan Metode Filtrasi Multimedia Filter pada Air limbah Laundry. Universitas Islam Negeri Alauddin. Makasar
- Said, N. I. (2005). Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Skala Individual “Tangki Septik Filter Upflow.” *Skripsi*. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya
- Setiawan, A., & Situmorang, C. (2017). Uji Beda Pengolahan Air Limbah Hasil Buangan Cucian Mobil dan Motor melalui Proses Fisika dengan Menggunakan Media Pasir Silika dan Karbon Aktif. *Jurnal Universitas Satya Negara Indonesia*, 10(1), 11–17.
- Sholichah, Arnelli, dkk. (2013). Pengaruh Waktu Hidrotermal Pada Sintesis Zeolit Dari Abu Sekam Padi Serta Aplikasinya Sebagai *Builder* Deterjen. *Chem Info*, 1(1), 121-129.
- Silviani, A. (2019). Studi Penurunan Kekeruhan dan Total Suspended Solid (TSS) dengan Menggunakan Horizontal Roughing Filter. *Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara*.
- Standar Nasional Indonesia. (2004a). *Air dan Air Limbah - Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solid, TSS) secara Gravimetri (SNI 06-6989.3-2004)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2004b). *Air dan Air Limbah Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan Alat pH Meter (SNI 06-6989.11-2004)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2005a). *Air dan Air Limbah – Bagian 25 : Cara Uji kekeruhan dengan Nefelometer (SNI 06-6989.25-2005)*. Badan Standardisasi Nasional.

- Standar Nasional Indonesia. (2005b). *Air dan Air Limbah – Bagian 31 : Cara Uji Kadar Fosfat dengan Spektrofotometer Secara Asam Askorbat (SNI 06-6989.31:2005)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia. (2009). *Air dan Air Limbah - Bagian 2: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/COD) dengan Refluks Tertutup secara Spektrofotometri (SNI 6989.2:2009)*. Badan Standardisasi Nasional.
- Sulastri, dan Nurhayati. (2014). Pengaruh Media Filtrasi Arang Aktif Terhadap Kekeruhan, Warna dan TSS pada Air Telaga di Desa Balong Panggang. *Jurnal Teknik*, 12(01).
- Sulianto, A. A., Kurniati, E., dan Hapsari, A. A. (2020). Perancangan Unit Filtrasi untuk Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Sistem Downflow Design of Domestic Waste Filtration Unit with Downflow System. 31–39.
- Sulistiyanti, D., Antoniker, A., & Nasrokhah, N. (2018). Penerapan Metode Filtrasi dan Adsorpsi pada Pengolahan Limbah Laboratorium. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*. Vol.3(2), 147
- Sulastri, S., & Nurhayati, I. (2014). Pengaruh Media Filtrasi Arang Aktif Terhadap Kekeruhan, Warna dan TDS Pada Air Telaga di Desa Balongpanggang. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 12(1), 43–47. <https://doi.org/10.36456/waktu.v12i1.825>
- Utama, M. P., Kusdarwati, R., & Sahidu, A. M. (2017). Pengaruh Penggunaan Filtrasi Zeolit dan Arang Aktif terhadap Penurunan Logam Berat Timbal (Pb) Air Tambak Kecamatan Jabon , Sidoarjo. *Journal of Marine and Coastal Science*, 6(1), 19–30.
- Wardalia, R. (2016). Pengolahan Limbah Jasa Pencucian Kendaraan dengan Metode Koagulasi-Flokulasi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknik Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, 1, 1–5. Wastewater of washing service business of motor vehicles, Jar Test, Coagulation-Flocculation.
- Zahro, S. F. (2020). *Rancang Bangun Pilter Limbah Cair laundry Skala Rumah Tangga dengan menggunakan multimedia filter*. Sunan Ampel Surabaya.

LAMPIRAN I
DOKUMENTASI TAHAPAN PERLAKUAN DAN PENGUKURAN

Tahapan Persiapan dan perlakuan

<p>Media kerikil</p>	
<p>Media karbon aktif</p>	
<p>Media pasir</p>	

<p>Media zeolit</p>	
<p>Pengambilan sampel limbah cair <i>doorsmeer</i></p>	
<p>Sampel limbah pencucian kendaraan</p>	

<p>Proses filtrasi</p>	
<p>Hasil sampel sebelum perlakuan dan setelah perlakuan</p>	

Tahapan pengukuran pH

Alat pH Meter



Penyiapan Sampel



Proses pengukuran pH
sampel awal



Proses pengukuran pH
sampel variasi



Hasil pengukuran pH



Hasil pengukuran pH



Pengukuran TSS

Pompa Vakum TSS



Kertas saring



Perlakuan TSS



Pengeringan Kertas Saring



Proses penimbangan kertas saring untuk menghitung kadar TSS



Alat Penimbangan Kertas Saring



Pengukuran COD

<p>COD Reaktor dan Pemanasan Sampel</p>	
<p>COD Meter</p>	
<p>Proses pencampuran H_2SO_4, $K_2Cr_2O_7$ dan sampel limbah cair <i>doorsmeer</i></p>	

<p>Sampel limbah cair <i>doorsmeer</i></p>	
<p>Pengukuran COD sebelum dilakukan filtrasi</p>	
<p>Pengukuran COD</p>	

LAMPIRAN II

PENGUJIAN PARAMETER AIR LIMBAH

1. Pengukuran nilai pH

Pengukuran dilakukan berdasarkan SNI 06-6989.11-2004, alat yang digunakan adalah pH meter. Langkah-langkah pengukuran sebagai berikut.

- a. pH meter dikalibrasi menggunakan larutan penyangga.
- b. pH meter dikeringkan menggunakan kertas tisu, lalu elektroda dibilas menggunakan air suling.
- c. Elektroda dibilas menggunakan sampel.
- d. Elektroda dicelup ke dalam sampel sampai angka pembacaan pada pH meter tetap.
- e. Hasil angka pembacaan dicatat.

2. Pengukuran nilai COD

Pengukuran merujuk pada SNI 6989.2:2009. Langkah-langkah pengukuran sebagai berikut.

- a. Sampel dihomogenkan dengan *digestion solution* dan larutan pereaksi asam sulfat di dalam tabung.
- b. Tabung dimasukkan ke pemanas pada suhu 150°C, dilakukan refluks selama 2 jam.
- c. Tabung didinginkan sampai suhu ruang agar tidak terbentuk endapan.
- d. Suspensi dibiarkan mengendap dan dipastikan bagian yang diukur jernih.
- e. Sampel diukur serapan pada panjang gelombang yang ditentukan.
- f. Kadar COD dihitung berdasar persamaan linear kurva kalibrasi.
- g. Sampel dilakukan analisis duplo.

Nilai COD dari sampel dapat dihitung dengan Persamaan 1.

$$\text{COD mg/L} = \frac{(A-B) \times M \times 8000}{\text{mL contoh uji}}, \quad (1)$$

Dengan A merupakan volume larutan FAS yang digunakan untuk blanko (mL), M merupakan molaritas larutan FAS, B merupakan volume dari larutan FAS yang digunakan untuk contoh uji (mL), serta 8000 yaitu berat miliequivalent oksigen x 1000 mL/L.

3. Pengukuran nilai TSS

Pengukuran dilakukan berdasarkan SNI 06-6989.3-2004 secara gravimetri. Langkah-langkah pengukuran sebagai berikut.

- a. Peralatan vakum digunakan untuk penyaringan. Saringan dibasahkan dengan air suling.
- b. Sampel diaduk dengan pengaduk magnetik sampai homogen.
- c. Sampel dipipet sampai volume tertentu.
- d. Kertas saring atau saringan dicuci dengan 3 x 10 mL air suling, kertas saring dibiarkan mengering.
- e. Sampel disaring menggunakan vakum selama 3 menit.
- f. Kertas saring dipindahkan ke wadah timbangan aluminium sebagai penyangga. Cawan Gooch dipindahkan dari rangkaian alat.
- g. Kertas saring dikeringkan di dalam oven selama 1 jam dengan suhu 103°C sampai 105°C.
- h. Kertas saring didinginkan didalam desikator.
- i. Kertas saring ditimbang.
- j. Tahapan pengeringan, pendinginan, dan penimbangan diulang sampai berat konstan.

Nilai TSS dari sampel dapat dihitung dengan Persamaan 2.

$$\text{TSS mg/L} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji (mL)}}, \quad (2)$$

Dengan A merupakan berat dari residu kering ditambah kertas saring dan B merupakan berat dari kertas saring (mg).

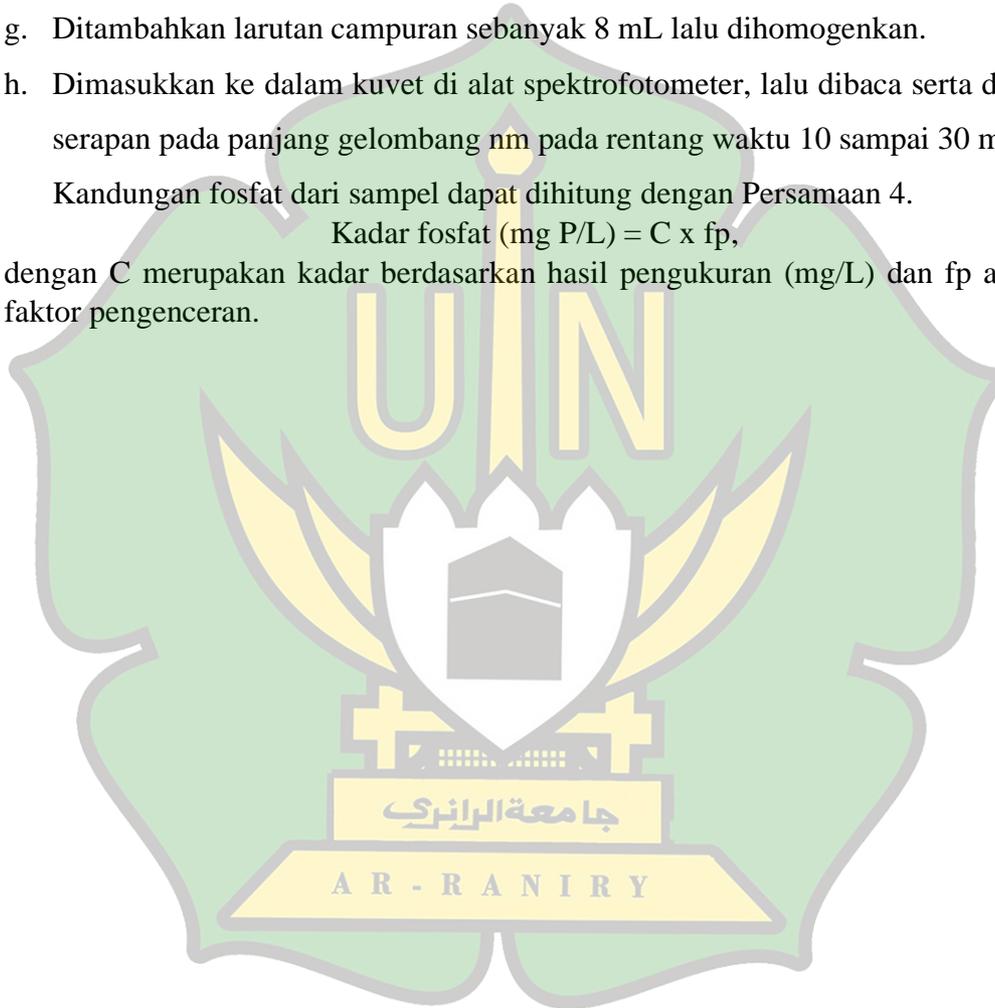
4. Pengukuran kandungan fosfat

Pengukuran dilakukan berdasarkan SNI 06-6989.31:2005. Langkah-langkah pengukuran sebagai berikut.

- e. 50 mL sampel dipipet dan dimasukkan ke dalam labu *erlenmeyer*.
 - f. Ditambahkan 1 tetes indikator fenolftalein, jika terbentuk warna muda maka ditambahkan H₂SO₄ pertetes sampai wana hilang.
 - g. Ditambahkan larutan campuran sebanyak 8 mL lalu dihomogenkan.
 - h. Dimasukkan ke dalam kuvet di alat spektrofotometer, lalu dibaca serta dicatat serapan pada panjang gelombang nm pada rentang waktu 10 sampai 30 menit.
- Kandungan fosfat dari sampel dapat dihitung dengan Persamaan 4.

$$\text{Kadar fosfat (mg P/L)} = C \times fp, \quad (4)$$

dengan C merupakan kadar berdasarkan hasil pengukuran (mg/L) dan fp adalah faktor pengenceran.



LAMPIRAN III

PERHITUNGAN

Perhitungan parameter TSS limbah pencucian kendaraan

1. Perhitungan sampel awal parameter TSS

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{volume contoh uji, mL}}$$

$$= \frac{(0,3103-0,1743) \times 1000}{0,1} = 1.360 \text{ mg/l}$$

2. Media karbon aktif 10 cm pasir silika 15 cm, zeolit 15 cm, kerikil 15 cm

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{volume contoh uji, mL}}$$

$$= \frac{(0,2014-0,1743) \times 1000}{0,1} = 271 \text{ mg/l}$$

3. Media karbon aktif 20 cm pasir silika 15 cm, zeolit 15 cm, kerikil 15 cm

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{volume contoh uji, mL}}$$

$$= \frac{(0,1974-0,1743) \times 1000}{0,1} = 231 \text{ mg/l}$$

4. Media karbon aktif 25 cm pasir silika 15 cm, zeolit 15 cm, kerikil 15 cm

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{volume contoh uji, mL}}$$

$$= \frac{(0,1952-0,1743) \times 1000}{0,1} = 209 \text{ mg/l}$$

5. Media karbon aktif 10 cm pasir silika 20 cm, zeolit 20 cm, kerikil 20 cm

$$\text{Mg TSS per liter} = \frac{(A - B) \times 1000}{\text{volume contoh uji, mL}}$$

$$= \frac{(0,1928-0,1743) \times 1000}{0,1} = 155 \text{ mg/l}$$

6. Media karbon aktif 20 cm pasir silika 20 cm, zeolit 20 cm, kerikil 20 cm

$$\begin{aligned}g \text{ TSS per liter} &= \frac{(A - B) \times 1000}{\text{volume contoh uji, mL}} \\ &= \frac{(0,1924 - 0,1743) \times 1000}{0,1} = 77 \text{ mg/l}\end{aligned}$$

7. Media karbon aktif 25 cm pasir silika 20 cm, zeolit 20 cm, kerikil 20 cm

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A - B) \times 1000}{\text{volume contoh uji, mL}} \\ &= \frac{(0,1843 - 0,1743) \times 1000}{0,1} = 39 \text{ mg/l}\end{aligned}$$

Perhitungan efektivitas penurunan COD, TSS dan Fosfat pada limbah pencucian kendaraan

A. Efektivitas Penurunan TSS

1. Media karbon aktif 10 cm pasir silika 15 cm, zeolit 15 cm, kerikil 15 cm

$$\begin{aligned}\text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(TSS \text{ Awal} - TSS \text{ Akhir})}{TSS \text{ Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(1.360 - 271)}{1.360} \times 100\% \\ &= 80,07\%\end{aligned}$$

2. Media karbon aktif 20 cm pasir silika 15 cm, zeolit 15 cm, kerikil 15

$$\begin{aligned}\text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(TSS \text{ Awal} - TSS \text{ Akhir})}{TSS \text{ Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{(1.360 - 231)}{1.360} \times 100\% \\ &= 83,01\%\end{aligned}$$

3. Media karbon aktif 25 cm pasir silika 15 cm, zeolit 15 cm, kerikil 15

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(TSS \text{ Awal} - TSS \text{ Akhir})}{TSS \text{ Awal}} 100\% \\ &= \frac{(1.360-209)}{1.360} 100\% \\ &= 84,63\% \end{aligned}$$

4. Media karbon aktif 10 cm pasir silika 20 cm, zeolit 20 cm, kerikil 20 cm

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(TSS \text{ Awal} - TSS \text{ Akhir})}{TSS \text{ Awal}} 100\% \\ &= \frac{(1.360-155)}{1.360} 100\% \\ &= 88,60\% \end{aligned}$$

5. Media karbon aktif 20 cm pasir silika 20 cm, zeolit 20 cm, kerikil 20 cm

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(TSS \text{ Awal} - TSS \text{ Akhir})}{TSS \text{ Awal}} 100\% \\ &= \frac{(1.360-77)}{1.360} 100\% \\ &= 94,33\% \end{aligned}$$

6. Media karbon aktif 25 cm pasir silika 20 cm, zeolit 20 cm, kerikil 20 cm

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(TSS \text{ Awal} - TSS \text{ Akhir})}{TSS \text{ Awal}} 100\% \\ &= \frac{(1.360-39)}{1.360} 100\% \\ &= 97,13\% \end{aligned}$$

B. Efektivitas Penurunan COD

1. Media karbon aktif 10 cm pasir silika 15 cm, zeolit 15 cm, kerikil 15 cm

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(COD \text{ Awal} - COD \text{ Akhir})}{COD \text{ Awal}} 100\% \\ &= \frac{(1500-524)}{1500} 100\% \\ &= 65,06\% \end{aligned}$$

2. Media karbon aktif 20 cm pasir silika 15 cm, zeolit 15 cm, kerikil 15 cm

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(COD\text{ Awal} - COD\text{ Akhir})}{COD\text{ Awal}} 100\% \\ &= \frac{(1500-188)}{1500} 100\% \\ &= 87,46\% \end{aligned}$$

3. Media karbon aktif 25 cm pasir silika 15 cm, zeolit 15 cm, kerikil 15 cm

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(COD\text{ Awal} - COD\text{ Akhir})}{COD\text{ Awal}} 100\% \\ &= \frac{(1500-160)}{1500} 100\% \\ &= 89,33\% \end{aligned}$$

4. Media karbon aktif 20 cm pasir silika 15 cm, zeolit 15 cm, kerikil 15 cm

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(COD\text{ Awal} - COD\text{ Akhir})}{COD\text{ Awal}} 100\% \\ &= \frac{(1500-142)}{1500} 100\% \\ &= 90,53\% \end{aligned}$$

5. Media karbon aktif 20 cm pasir silika 15 cm, zeolit 15 cm, kerikil 15 cm

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(COD\text{ Awal} - COD\text{ Akhir})}{COD\text{ Awal}} 100\% \\ &= \frac{(1500-120)}{1500} 100\% \\ &= 92\% \end{aligned}$$

6. Media karbon aktif 20 cm pasir silika 15 cm, zeolit 15 cm, kerikil 15 cm

$$\begin{aligned} \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(COD\text{ Awal} - COD\text{ Akhir})}{COD\text{ Awal}} 100\% \\ &= \frac{(1500-91)}{1500} 100\% \\ &= 93,93\% \end{aligned}$$

C. Efektivitas Penurunan Fosfat

1. Media karbon aktif 10 cm pasir silika 15 cm, zeolit 15 cm, kerikil 15 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Fosfat Awal} - \text{Fosfat Akhir})}{\text{Fosfat Awal}} 100\% \\
 &= \frac{(10,480 - 3,620)}{10,480} 100\% \\
 &= 65,45\%
 \end{aligned}$$

2. Media karbon aktif 20 cm pasir silika 15 cm, zeolit 15 cm, kerikil 15 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Fosfat Awal} - \text{Fosfat Akhir})}{\text{Fosfat Awal}} 100\% \\
 &= \frac{(10,480 - 3,460)}{10,480} 100\% \\
 &= 66,98\%
 \end{aligned}$$

3. Media karbon aktif 25 cm pasir silika 15 cm, zeolit 15 cm, kerikil 15 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Fosfat Awal} - \text{Fosfat Akhir})}{\text{Fosfat Awal}} 100\% \\
 &= \frac{(10,480 - 3,310)}{10,480} 100\% \\
 &= 68,41\%
 \end{aligned}$$

4. Media karbon aktif 10 cm pasir silika 20 cm, zeolit 20 cm, kerikil 20 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Fosfat Awal} - \text{Fosfat Akhir})}{\text{Fosfat Awal}} 100\% \\
 &= \frac{(10,480 - 3,230)}{10,480} 100\% \\
 &= 69,17\%
 \end{aligned}$$

5. Media karbon aktif 20 cm pasir silika 20 cm, zeolit 20 cm, kerikil 20 cm

$$\begin{aligned}
 \text{Efektivitas (\%)} &= \frac{(\text{Fosfat Awal} - \text{Fosfat Akhir})}{\text{Fosfat Awal}} 100\% \\
 &= \frac{(10,480 - 2,810)}{10,480} 100\%
 \end{aligned}$$

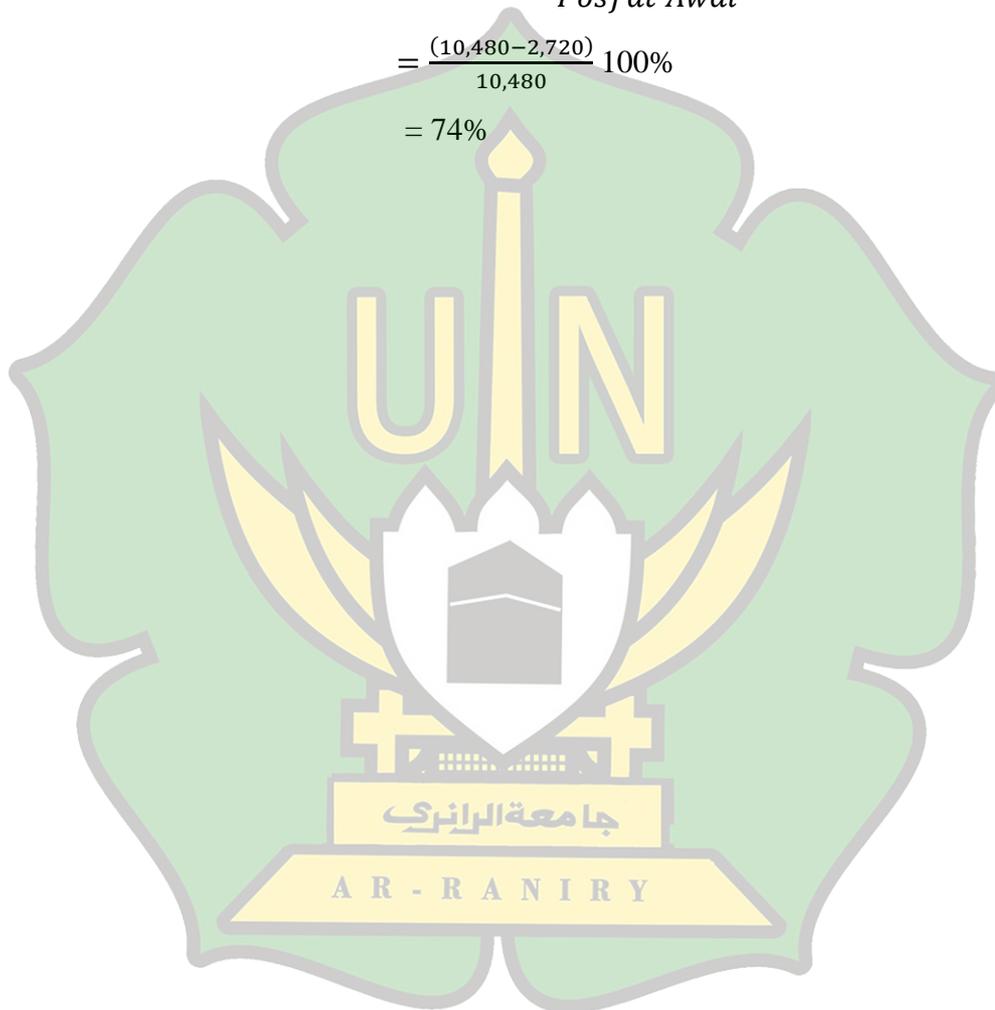
$$= 73\%$$

6. Media karbon aktif 25 cm pasir silika 20 cm, zeolit 20 cm, kerikil 20 cm

$$Efektivitas (\%) = \frac{(Fosfat Awal - Fosfat Akhir)}{Fosfat Awal} 100\%$$

$$= \frac{(10,480 - 2,720)}{10,480} 100\%$$

$$= 74\%$$



LAMPIRAN IV

Hasil Uji Fosfat



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SYIAH KUALA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

LAB. TEKNIK PENGUJIAN KUALITAS LINGKUNGAN
Jalan Tengku Syech Abdur Rauf No. 7, Darussalam, Banda Aceh 23111 | Telepon/Fax: (0651) 7552222
Laman: <http://che.unsyiah.ac.id>; e-mail: ltpk1@che.unsyiah.ac.id

LEMBAR HASIL UJI

Nomor: 235/R1/JTK-USK/LTPKL/2021

Nama Pelanggan : Meri Selfia
Alamat Pelanggan : Darussalam-Banda Aceh
Tanggal di Terima : 22 Oktober 2021
Jenis Contoh Uji : Limbah Doorsmer
Tanggal di Analisa : 26 Oktober 2021
Parameter Analisa : Fosfat (PO_4)
Untuk Keperluan : Penelitian Mahasiswa
Baku Mutu : Lampiran X Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia
Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah

No.	Kode Contoh Uji	Satuan	Baku Mutu	Hasil Analisa	Ket.
1.	Sample Awal	mg/l	2	10,480	
2.	Sample 1	mg/l	2	3,620	
3.	Sample 2	mg/l	2	3,460	
4.	Sample 3	mg/l	2	3,310	
5.	Sample 4	mg/l	2	3,230	
6.	Sample 5	mg/l	2	2,810	
7.	Sample 6	mg/l	2	2,720	

Darussalam, 24 November 2021

Ketua



جامعة الرانيري

AR-RANIRY

LAMPIRAN V

Rancangan Anggaran Biaya (RAB)

Rencana anggaran biaya (RAB) merupakan perkiraan biaya yang akan dihabiskan saat penelitian dilakukan

No.	Tahapan Penelitian	Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Total (Rupiah)
1	Uji pendahuluan			
	pH	1 sampel	15.000	15.000
	COD	1 sampel	105.000	105.000
	TSS	1 sampel	30.000	30.000
	Fosfat	1 sampel	30.000	30.000
	Jumlah			180.0000
2	Bahan Filtrasi			
	Karbon Aktif	3 kg	15.000	45.000
	Zeolit	3 kg	7.000	21.000
	Pasir silika	3 kg	6.000	18.000
	kerikil	3 kg	5.000	15.000
	Jumlah		Ongkir 60.000	159.000
3	Bahan Pembuatan Reaktor			
	Pipa PVC 4 inchi	90 cm	40.000	40.000
	Pipa PVC ¾ inchi	5 cm	5.000	5.000
	Penutup pipa	1	10.000	10.000
	Jerigen	1	42.000	42.000
	Gayung	1	8.000	8.000
	Jasa pembuatan reaktor		10.000	10.000
	Jumlah			115.000
4	Pengujian setelah eksperimen			
	H ₂ SO ₄	25 ml	30.000	30.000

	K ₂ Cr ₂ O ₇	30 ml	20.000	20.000
	Kertas saring	7 lembar	6.000	42.000
	Aquades	1 liter	10.000	10.000
	Tissue	1 pak	10.000	10.000
	Fosfat	6 sampel	35.000	210.000
	Jumlah			322.000
	Jumlah Total			776.000

