

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PENCUCIAN KENDARAAN
MENJADI AIR BERSIH DENGAN METODE FILTRASI
MULTIMEDIA MENGGUNAKAN ALIRAN *UPFLOW***

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

**DELVI FEBRILLA TISKA
NIM. 180702101
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2022 M/1444 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PENCUCIAN KENDARAAN MENJADI AIR BERSIH DENGAN METODE FILTRASI MULTIMEDIA MENGGUNAKAN ALIRAN *UPFLOW*

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh:

DELVI FEBRILLA TISKA

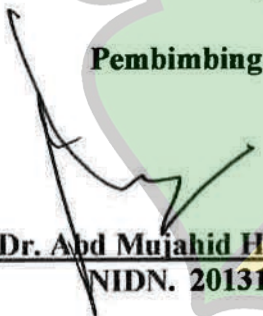
NIM. 180702101

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**

Disetujui untuk Dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,


Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc
NIDN. 2013128901


Arief Rahman, M.T
NIDN. 2010038901

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan


Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc
NIDN. 2009118301

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PENCUCIAN KENDARAAN MENJADI AIR BERSIH DENGAN METODE FILTRASI MULTIMEDIA MENGUNAKAN ALIRAN *UPFLOW*

TUGAS AKHIR

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

Pada Hari/Tanggal: Jumat, 2 Desember 2022
8 Jumadil Awal 1444
di Darussalam, Banda Aceh

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir:

Ketua,

Sekretaris,

Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc
NIDN. 2013128901

Arief Rahman, M.T
NIDN. 2010038901

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Ir. Hj. Irhamni, ST., M.T, IPM
NIDN. 2009118301

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

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



Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Delvi Febrilla Tiska

NIM : 180702101

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Judul : Pengolahan Limbah Cair Pencucian Kendaraan Menjadi Air Bersih Dengan Metode Filtrasi Multimedia Menggunakan Aliran *Upflow*

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan tugas akhir ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

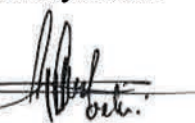
Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 15 November 2022

Yang menyatakan




(Delvi Febrilla Tiska)

ABSTRAK

Nama : Delvi Febrilla Tiska
NIM : 180702101
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Pengolahan Limbah Cair Pencucian Kendaraan Menjadi Air Bersih Dengan Metode Filtrasi Multimedia Menggunakan Aliran *Upflow*
Tanggal Sidang : 02 Desember 2022
Jumlah Halaman : 98
Pembimbing I : Dr. Abd Mujahid Hamdan M.Sc.
Pembimbing II : Arief Rahman, M.T
Kata Kunci : Limbah cair, filtrasi multimedia, filtrasi *upflow* dan perencanaan desain.

Pengolahan limbah cair pencucian kendaraan menjadi air bersih terus dikembangkan. Upaya ini dilakukan untuk mempromosikan penggunaan air bersih yang berasal dari limbah cair pencucian kendaraan sebagai sumber daya air yang dapat digunakan kembali pada usaha/kegiatan tempat pencucian kendaraan. Pengolahan yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode filtrasi multimedia dengan aliran *upflow*. Metode filtrasi ini dianggap sebagai metode yang efektif dan efisien. Penelitian ini bertujuan untuk melihat efektivitas filtrasi multimedia menggunakan aliran *upflow* dengan menggunakan media kerikil, ijuk, pasir silika dengan ketebalan masing-masing adalah 10 cm dan karbon aktif dengan ketebalan 5, 10, 15, 20 dan 25 cm sebagai media filter. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa filtrasi multimedia menggunakan aliran *upflow* dapat mendegradasi zat organik. Efektivitas degradasi tiap parameter berbeda-beda. pH dapat berubah sampai 7,8, COD dapat terdegradasi sampai 96,80%, TSS dapat terdegradasi sampai 95,57% dan kekeruhan dapat terdegradasi sampai 92,02%. Perencanaan desain alat filtrasi skala besar digunakan dimensi bak penampung awal dan akhir masing-masing 5 m³ dan 5,25 m³ serta unit filtrasi menggunakan pipa PVC 8 inci sebanyak 12 buah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif baru dalam mengolah limbah cair pencucian kendaraan menjadi air bersih yang dapat digunakan kembali.

ABSTRAK

Name : Delvi Febrilla Tiska
NIM : 180702101
Department : Environmental Engineering
Title : Processing of Vehicle Washing Liquid Waste into Clean Water with the Multimedia Filtration Method Using Upflow
Date of Session : 02 December 2022
Number of Pages : 98
Advisor I : Dr. Abd Mujahid Hamdan M.Sc.
Advisor II : Arief Rahman, M.T
Keywords : Liquid waste, multimedia filtration, upflow filtration and design planning.

Processing of vehicle washing liquid waste into clean water continues to be developed. This effort is made to promote the use of clean water originating from vehicle washing liquid waste as a water resource that can be reused in vehicle wash businesses and activities. The processing used in this study uses a multimedia filtration method with upflow flow. This filtration method is considered an effective and efficient one. This study aims to see the effectiveness of multimedia filtration using upflow using gravel, palm fiber, and silica sand media with a thickness of 10 cm each and activated carbon with a thickness of 5, 10, 15, 20, and 25 cm as filter media. Experimental results show that multimedia filtration using upflow can degrade organic matter. The degradation effectiveness of each parameter varies. pH can change up to 7.8, COD can be degraded up to 96.80%, TSS can be degraded up to 95.57% and turbidity can be degraded up to 92.02%. Planning for the design of a large-scale filtration device used the initial and final tank dimensions of 5 m³ and 5.25 m³, respectively, and the filtration unit used 12 pieces of 8-inch PVC pipes. The findings of this study are expected to provide a new method for converting vehicle washing liquid waste into clean water that can be reused.

KATA PENGANTAR

Bismillah dengan mengucapkan puji beserta syukur atas ke hadirat Allah Swt. yang Maha Besar dan Maha Benar. Pencipta yang telah menciptakan alam semesta dan seisinya yang begitu sempurna, tanpa ada kekurangan apa pun, Tuhan yang telah memberikan kesehatan dan tempat berlindung bagi para umat-Nya. Selawat dan *salam* tidak lupa pula kepada Baginda Nabi Besar Muhammad saw. yang telah membawa manusia ke alam yang berilmu pengetahuan dan rasul para umat manusia.

Dengan segala pertolongan dan rahmat Allah Swt. penulis dapat menyusun proposal tugas akhir yang berjudul “Pengolahan Limbah Cair Pencucian Kendaraan Menjadi Air Bersih Dengan Metode Filtrasi Multimedia Menggunakan Aliran *Upflow*” Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata 1 pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Tugas akhir ini telah penulis susun dengan sempurna dengan dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, sehingga mempermudah penulisan tugas akhir dari awal sampai dengan selesai. Penulis juga mengucapkan banyak terimakasih kepada Ayahanda Etiska Aliansyah Putra dan Ibunda Sundari yang tanpa lelah memberi semangat, mendukung dan memberi doa bagi penulis. Kemudian, penulis tidak lupa pula menyampaikan terima kasih dan penuh rasa hormat kepada:

1. Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU. selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
2. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Dr. Abdullah Mujahid Hamdan M.Sc. selaku Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing I yang telah berkenan untuk mengarahkan dan

membimbing saya serta memberikan ilmu, saran dan solusi pada setiap permasalahan penulisan proposal tugas akhir ini.

5. Bapak Arief Rahman M.T. selaku Kepala Laboratorium Multifungsi Prodi Teknik Lingkungan FST UIN Ar-Raniry Banda Aceh dan Dosen Pembimbing II yang telah berkenan untuk mengarahkan dan membimbing saya dan memberikan ilmu, saran dan solusi.
6. Dr. Ir. Hj. Irhamni, ST., M.T, IPM. selaku Dosen Penguji I dalam pelaksanaan sidang tugas akhir penulis.
7. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si. selaku Dosen Penguji II dalam pelaksanaan sidang tugas akhir penulis.
8. Bapak Hadi Kurniawan, M.Si. selaku Kepala Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.
9. Bapak-bapak dan ibu-ibu yang ada di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry yang telah berkenan memberikan informasi dan pengetahuan selama masa perkuliahan saya.
10. Para seluruh karyawan/staff di Fakultas Sains dan Teknologi Uin Ar-Raniry yang telah memberi bantuan selama masa perkuliahan.
11. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam proses penyusunan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua orang. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak luput dari kesalahan dan kekurangan. Oleh sebab itu saran dan kritikan sangat bermanfaat untuk menyempurnakan tugas akhir ini. Sekian dan akhir kata saya ucapkan terima kasih.

Banda Aceh, 24 Desember 2021

Penulis,

Delvi Febrilla Tiska

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRAK.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Limbah Cair Pencucian Kendaraan	7
2.2 Karakteristik Air Bersih	8
2.2.1 Karakteristik Kimia.....	8
2.2.2 Karakteristik Fisika	9
2.3 Kualitas dan Standar Baku Mutu Air Bersih	10
2.4 Filtrasi <i>Upflow</i>	12
2.5 Batu Kerikil	13
2.6 Pasir Silika.....	13
2.7 Karbon Aktif.....	14
2.8 Ijuk.....	15
2.9 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Filtrasi	16
2.10 Hasil Telaah Pustaka Penelitian	18

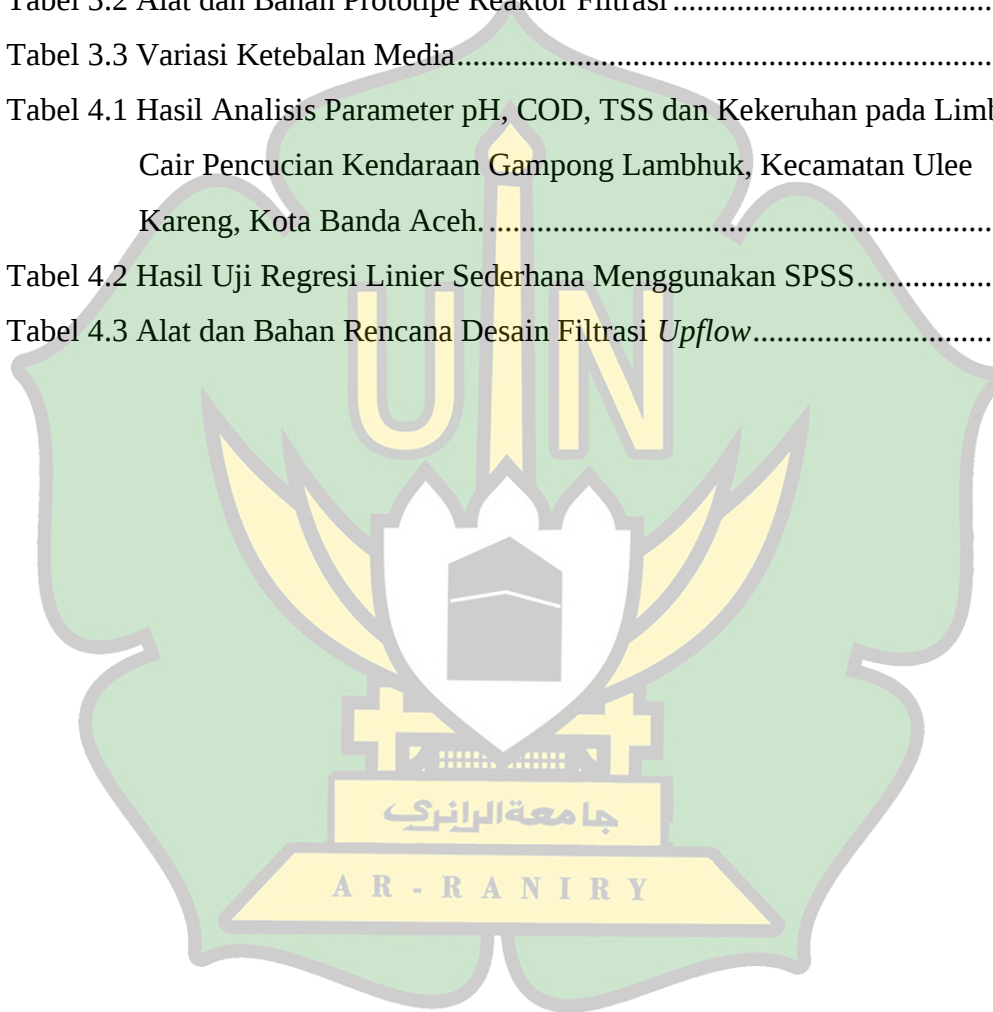
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Tahapan Penelitian.....	21
3.2 Studi Pendahuluan	23
3.3 Lokasi Penelitian.....	23
3.4 Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel	25
3.5 Pembuatan Reaktor Filtrasi <i>Upflow</i>	26
3.5.1 Alat dan Bahan.....	26
3.5.2 Tahapan Pembuatan Prototipe Reaktor Filtrasi <i>Upflow</i>	26
3.6 Prosedur Eksperimen	28
3.7 Pengukuran Parameter Limbah Cair Tempat Pencucian Kendaraan	29
3.7.1 Pengukuran Parameter pH.....	29
3.7.2 Pengukuran Parameter <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	29
3.7.3 Pengukuran Parameter Kekeruhan	29
3.7.4 Pengukuran Parameter <i>Total Suspended Solid</i> (TSS).....	30
3.8 Analisis Data.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Hasil Eksperimen.....	33
4.2 Pembahasan	36
4.2.1 Pengaruh Ketebalan Media Filter Terhadap Penurunan Parameter Pencemar.....	36
4.2.2 Perencanaan Desain Alat Filtrasi Multimedia Aliran <i>Upflow</i>	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Reaktor Filtrasi <i>Upflow</i>	13
Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.	22
Gambar 3.2 Informasi Peta Lokasi Pengambilan Sampel Air Limbah.....	24
Gambar 3.3 Lokasi Pengambilan Sampel Air Limbah.	24
Gambar 3.4 Pengambilan Sampel Limbah Cair Pencucian Kendaraan.....	25
Gambar 3.5 Reaktor Filtrasi.....	27
Gambar 4.1 Penampakan Fisik Limbah Cair Pencucian Kendaraan Sebelum dan Setelah Pengolahan.	35
Gambar 4.2 Grafik Perubahan pH terhadap Variasi Ketebalan Media Filter	37
Gambar 4.3 Grafik Penurunan Kadar Parameter COD terhadap Variasi Ketebalan Media Filter	39
Gambar 4.4 Grafik Penurunan Kadar Parameter TSS terhadap Variasi Ketebalan Media Filter	41
Gambar 4.5 Grafik Penurunan Nilai Kadar Kekeruhan terhadap Variasi Ketebalan Media Filter	43
Gambar 4.6 Perencanaan Desain Tampak Samping Filtrasi Multimedia Aliran <i>Upflow</i>	48
Gambar 4.7 Perencanaan Desain Tampak Dari Atas Filtrasi Multimedia Aliran <i>Upflow</i>	49

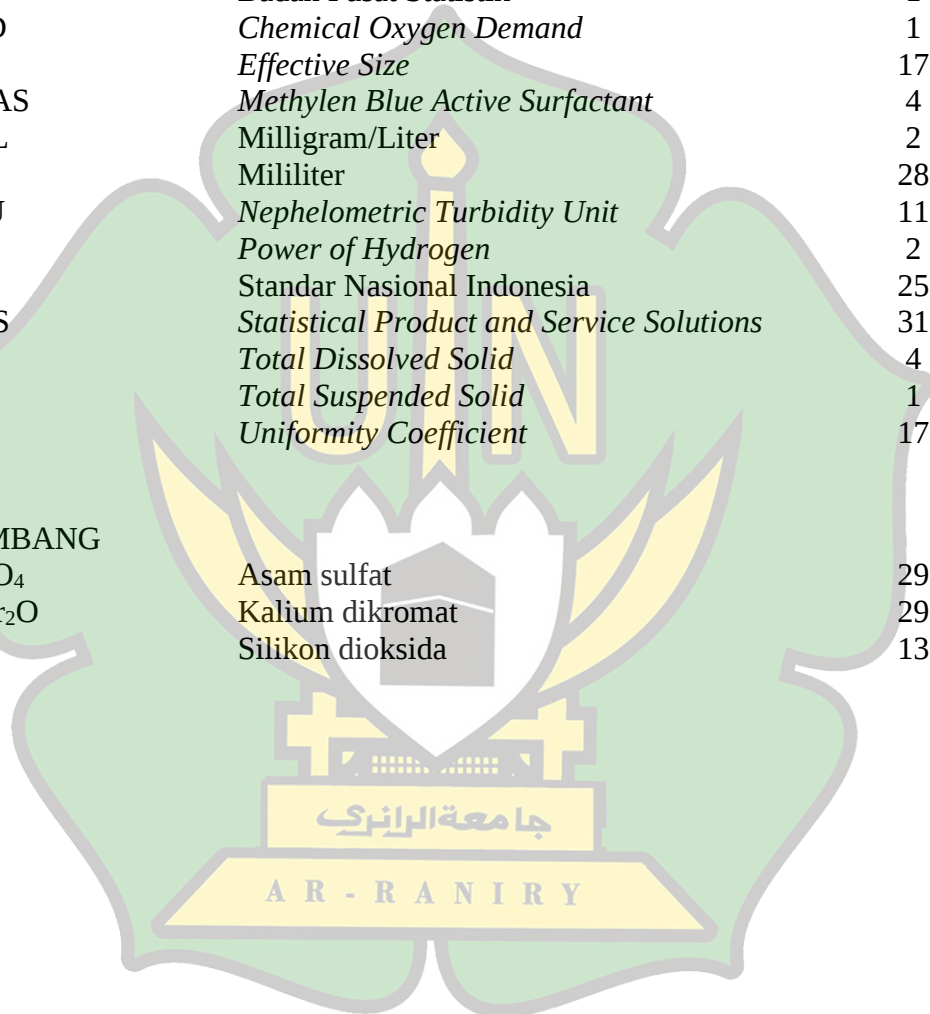
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Baku Mutu Air Bersih.....	11
Tabel 2.2 Hasil Telaah Pustaka Penelitian.....	18
Tabel 3.1 Hasil Studi Pendahuluan	23
Tabel 3.2 Alat dan Bahan Prototipe Reaktor Filtrasi	26
Tabel 3.3 Variasi Ketebalan Media.....	28
Tabel 4.1 Hasil Analisis Parameter pH, COD, TSS dan Kekeruhan pada Limbah Cair Pencucian Kendaraan Gampong Lambhuk, Kecamatan Ulee Kareng, Kota Banda Aceh.....	34
Tabel 4.2 Hasil Uji Regresi Linier Sederhana Menggunakan SPSS.....	35
Tabel 4.3 Alat dan Bahan Rencana Desain Filtrasi <i>Upflow</i>	45



DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
BOD	<i>Biological Oxygen Demand</i>	1
BPS	Badan Pusat Statistik	1
COD	<i>Chemical Oxygen Demand</i>	1
ES	<i>Effective Size</i>	17
MBAS	<i>Methylen Blue Active Surfactant</i>	4
mg/L	Milligram/Liter	2
mL	Mililiter	28
NTU	<i>Nephelometric Turbidity Unit</i>	11
pH	<i>Power of Hydrogen</i>	2
SNI	Standar Nasional Indonesia	25
SPSS	<i>Statistical Product and Service Solutions</i>	31
TDS	<i>Total Dissolved Solid</i>	4
TSS	<i>Total Suspended Solid</i>	1
UC	<i>Uniformity Coefficient</i>	17
LAMBANG		
H ₂ SO ₄	Asam sulfat	29
K ₂ Cr ₂ O	Kalium dikromat	29
SiO ₂	Silikon dioksida	13



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Tahapan Perlakuan dan Pengukuran	58
Lampiran 2. Perhitungan Mencari Nilai TSS	72
Lampiran 3. Perhitungan Persentase Efektivitas Penurunan Parameter COD, TSS dan Kekeruhan Pada Limbah Cair Pencucian Kendaraan .	73
Lampiran 4. Perhitungan Rancangan Desain Filtrasi Multimedia Menggunakan Aliran <i>Upflow</i>	76
Lampiran 5. Hasil Analisis Regresi Linier	80



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keberadaan jumlah kendaraan di Indonesia meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah kendaraan pada tahun 2020 berjumlah 136.147.451 unit dan pada tahun 2021 meningkat menjadi 143.797.227 unit (BPS Indonesia, 2022). Sedangkan di Kota Banda Aceh jumlah kendaraan pada tahun 2020 berjumlah 2.205.305 unit dan pada tahun 2021 meningkat sebesar 2.324.809 unit (BPS Provinsi Aceh, 2022). Meningkatnya jumlah kendaraan tersebut maka memberi peluang usaha yang cukup menjanjikan kepada masyarakat yaitu membuka jasa pencucian kendaraan (Alqadri dan Agung, 2021). Selain memberikan dampak positif, peningkatan tersebut juga dapat memberikan dampak negatif yaitu menurunnya kualitas lingkungan yang disebabkan oleh air buangan sisa pencucian kendaraan yang dibuang langsung ke lingkungan tanpa ada pengolahan (Setiawan dan Situmorang, 2017).

Penyedia jasa pencucian kendaraan pada umumnya membuang air sisa pencucian kendaraan langsung ke badan air, padahal air buangan tersebut mengandung bahan-bahan polutan berbahaya yang dapat menurunkan kualitas lingkungan, polutan tersebut dapat berupa surfaktan anionik, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), fosfat, minyak dan lemak (Kusumawardani dkk., 2019). Limbah cair sisa pencucian kendaraan merupakan kotoran tanah atau debu dari kendaraan dan busa deterjen sisa yang digunakan untuk mencuci kendaraan (Rusdi dan Wardalia, 2016). Limbah cair tersebut harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan, karena apabila dilakukan pembuangan secara terus menerus akan mengakibatkan pencemaran lingkungan (Abfertiawan, 2019).

Limbah cair pencucian kendaraan yang dibuang ke lingkungan harus memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku

Mutu Air Limbah Domestik. Setiap tahunnya juga terus terjadi peningkatan pencemaran air oleh limbah cair yang berdampak berkurangnya penyediaan air bersih (Sulianto dkk., 2020). Selain melakukan pengolahan limbah cair sebelum dibuang ke lingkungan, penerapan daur ulang limbah cair pencucian kendaraan dapat menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan ketersediaan air bersih dan terjadinya kekeringan air terutama bagi pengusaha jasa pencucian kendaraan. Kualitas limbah cair pencucian kendaraan yang telah didaur ulang harus memenuhi persyaratan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua* dan Pemandian Umum.

Air dapat dikatakan memiliki kualitas yang baik apabila memiliki kriteria seperti tidak berbau, tidak memiliki rasa, tidak keruh, air yang jernih, bersih, tidak mengandung zat-zat kimia beracun dan lain sebagainya (Mulyana, 2019). Rahmawati dan Warsito, (2020) telah melakukan penelitian mengenai pengolahan limbah cair domestik menjadi air bersih yang telah menghasilkan air bersih menggunakan metode filtrasi dan tanaman eceng gondok dengan menurunkan kadar pH sebelum pengolahan adalah 9 menjadi 7, kadar BOD sebelum pengolahan adalah 14,813 mg/L menjadi 80,85 mg/L, sehingga limbah cair domestik dapat digunakan ulang sesuai baku mutu air kelas II.

Limbah cair kendaraan dapat diolah secara kimia, fisika, dan biologi berdasarkan parameter dan tingkat pencemarannya. Pengolahan limbah cair domestik juga dapat diolah menggunakan metode filtrasi. Metode filtrasi dapat menjadi alternatif dalam pengolahan limbah cair pencucian kendaraan dengan proses pemisahan secara fisika yang memisahkan padatan dari cairan. Pada proses pengolahan limbah cair, filtrasi berfungsi untuk menyaring molekul-molekul padatan yang tercampur dalam larutan sehingga menghasilkan tingkat kemurnian yang lebih baik pada limbah cair yang diolah (Ma'ruf dkk., 2021). Terdapat beberapa sistem aliran filtrasi dalam mengolah limbah cair pencucian kendaraan secara fisika yaitu *upflow* dan *downflow*.

Sistem saringan pasir multimedia *upflow* merupakan suatu sistem pengolahan limbah cair dengan cara mengalirkan limbah cair melewati beberapa media pasir, dengan arah aliran dari media pasir paling bawah menuju media pasir paling atas. Filtrasi dengan aliran *upflow* dapat dikatakan lebih efektif daripada filtrasi aliran *downflow* karena dapat mengurangi terjadinya kebuntuan pada media. Pengolahan limbah cair menggunakan sistem filtrasi *upflow* memiliki keunggulan yaitu, tidak memerlukan bahan kimia sehingga tidak memerlukan biaya yang besar dalam pengolahannya, pengoperasian yang sederhana, dapat menghilangkan tingkat polutan organik dan kekeruhan yang tinggi. Adapun kelemahannya adalah memerlukan waktu yang lebih lama dalam pengolahannya sehingga membutuhkan ruang yang cukup luas dan pengaturan tekanan khusus untuk mengalirkan air limbah (Artiyani dan Firmansyah, 2016).

Konsep dasar dari filtrasi adalah dapat memisahkan partikel-partikel yang ada di dalam air dengan cara melewatkan air pada media filter, sehingga apabila susunan dan komposisi media filter yang digunakan sesuai, maka akan menghasilkan air limbah dengan kualitas yang baik. Beberapa media dipercaya memiliki kemampuan adsorben yang baik terhadap zat pencemar dalam sistem filtrasi antara lain, batu kerikil, ijuk, pasir silika dan karbon aktif. Batu kerikil berfungsi sebagai celah agar air dapat mengalir melalui lubang bawah, sehingga dapat menyaring kotoran-kotoran kasar, ijuk berfungsi untuk menyaring kotoran yang berukuran sedang atau lebih halus dan sebagai media penahan pasir halus agar tidak lolos ke lapisan bawah, pasir silika berfungsi untuk mengurangi kadar polutan fisika, seperti kekeruhan, bau dan lumpur (Fajri dkk., 2017) dan karbon aktif berfungsi sebagai penghilang partikel-partikel mikro seperti, zat organik, surfaktan, senyawa fenol dan lain sebagainya (Mifbakhuddin, 2010).

Metode filtrasi *upflow* dengan berbagai media yang digunakan telah diteliti dan dikaji dengan serius. Menurut hasil penelitian Setiawan dan Situmorang, (2017) bahwa pengolahan air limbah buangan cucian mobil dan motor menggunakan pasir silika dan karbon aktif melalui proses fisika dapat menurunkan kadar BOD, COD dan TSS. Menurut Kusumawardani dkk, (2019) bahwa filtrasi menggunakan batang pisang pada pengolahan air limbah pencucian

kendaraan bermotor dapat menurunkan kadar TSS sampai 91%. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Artiyani dan Firmansyah, (2016) bahwa filtrasi *upflow* menggunakan media zeolit, arang aktif dari tempurung kelapa dan pasir kuarsa dalam pengolahan limbah cair domestik menghasilkan penurunan fosfat sebesar 67,71% dan deterjen sebesar 62,78%. Selanjutnya, menurut Utomo dkk, (2018), pengolahan limbah cair rumah makan menggunakan media filter serabut kelapa dapat menurunkan kadar BOD sebesar 98,58%. Menurut laporan penelitian Puspita dkk, (2021) bahwa pengolahan limbah cair domestik menggunakan kombinasi filtrasi arang aktif, sabut kelapa dan adsorpsi biji kelor dapat menurunkan kadar COD sebesar 80% dari sebelumnya 986,2 mg/L menjadi 197,3 mg/L, BOD sebesar 80,55% dari sebelumnya 793,3 mg/L menjadi 13,8 mg/L dan MBAS sebesar 64,08% dari nilai sebelumnya 1,03 mg/L menjadi 0,37 mg/L. Sementara itu, menurut Cahya Norma Istimewa dkk, (2022), filtrasi *upflow* dengan menggunakan media kerikil, pasir kuarsa dan zeolite pada pengolahan filtrasi air kali mampu menurunkan kadar kekeruhan sebesar 77,3% dan TDS sebesar 20,2%.

Berbagai penelitian membahas mengenai keunggulan metode filtrasi multimedia *upflow* dengan menggunakan media yang bervariasi, metode ini belum pernah diterapkan untuk pengolahan limbah cair pencucian kendaraan menjadi air bersih. Oleh karena itu, kebaruan metode ini menjadi sangat penting untuk diteliti. Akan tetapi, sebelum dilakukan penerapan metode ini dalam skala besar terlebih dahulu dilakukannya penelitian dalam skala kecil atau di laboratorium untuk mengetahui efektivitas dari proses pengolahan serta dapat mengetahui kekurangan dan kendala pada proses berlangsungnya eksperimen.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, metode filtrasi aliran *upflow* dengan media batu kerikil, ijuk, pasir silika dan karbon aktif belum pernah digunakan, khususnya untuk pengolahan limbah cair pencucian kendaraan dengan parameter pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan kekeruhan serta mengolah limbah cair tersebut menjadi air bersih. Padahal media

dan sistem filtrasi tersebut dianggap efektif dalam pengolahan limbah-limbah cair yang lain, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana efektivitas metode filtrasi multimedia dengan menggunakan media batu kerikil, ijuk, pasir silika dan karbon aktif dengan arah aliran *upflow* dalam menurunkan parameter pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan kekeruhan?
2. Bagaimana pengaruh ketebalan media filter dalam mendegradasi kadar polutan limbah cair pencucian kendaraan?
3. Bagaimana perencanaan desain filtrasi multimedia dengan menggunakan arah aliran *upflow* di usaha pencucian kendaraan?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui efektivitas metode filtrasi multimedia dengan menggunakan media batu kerikil, ijuk, pasir silika dan karbon aktif dengan arah aliran *upflow* dalam menurunkan parameter pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan kekeruhan.
2. Untuk mengetahui pengaruh ketebalan media filter dalam mendegradasi kadar polutan limbah cair pencucian kendaraan.
3. Untuk mengetahui perencanaan desain filtrasi multimedia dengan menggunakan arah aliran *upflow* di usaha pencucian kendaraan.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

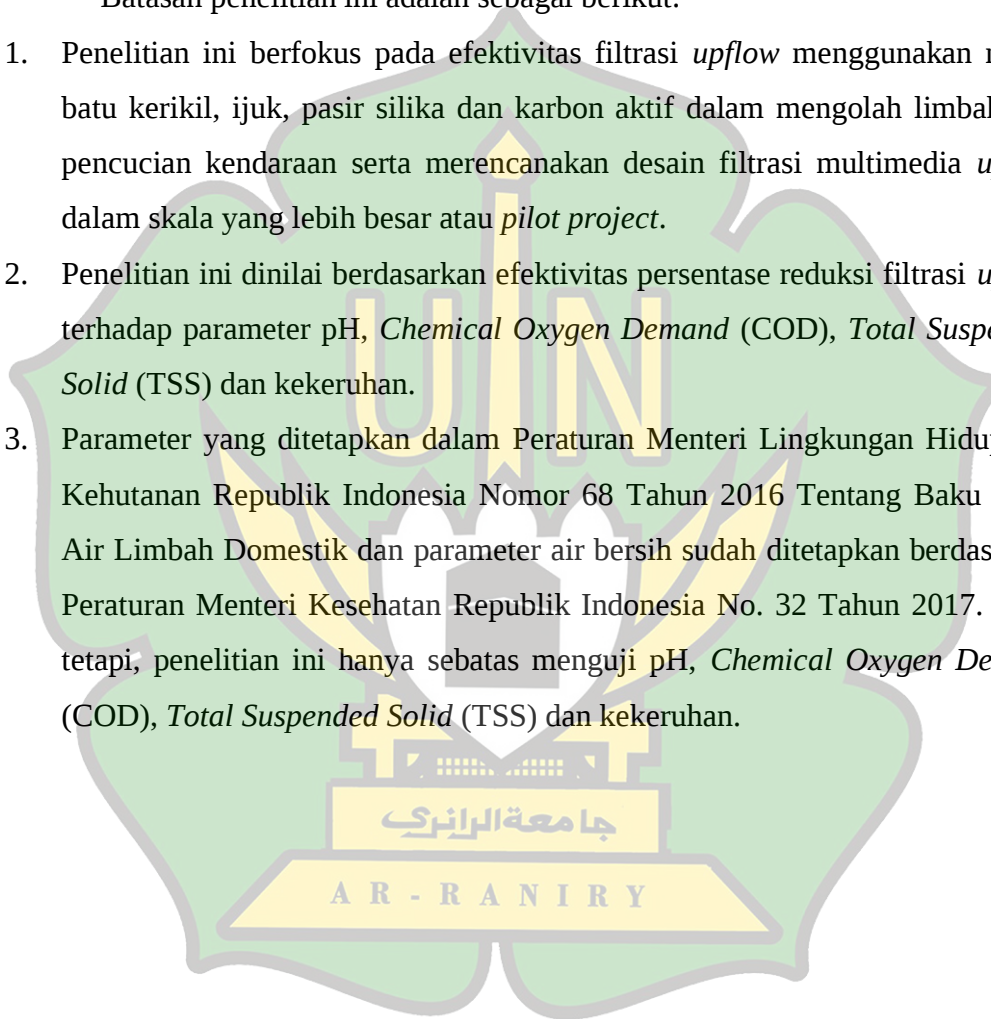
1. Bagi peneliti, dapat menambah pengetahuan dan wawasan baru tentang efektivitas penggunaan filtrasi multimedia dengan menggunakan media batu kerikil, ijuk, pasir silika dan karbon aktif dengan arah aliran *upflow* dalam mengolah limbah cair pencucian kendaraan menjadi air bersih.
2. Bagi masyarakat, dapat memberi informasi dan pengetahuan tentang pencegahan terjadinya pencemaran lingkungan akibat limbah cair pencucian kendaraan yang mengandung pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total*

Suspended Solid (TSS) dan kekeruhan serta dapat menjadi referensi untuk mengolah limbah cair pencucian kendaraan menggunakan sistem filtrasi *upflow* dengan menggunakan filter multimedia.

1.5 Batasan Penelitian

Batasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada efektivitas filtrasi *upflow* menggunakan media batu kerikil, ijuk, pasir silika dan karbon aktif dalam mengolah limbah cair pencucian kendaraan serta merencanakan desain filtrasi multimedia *upflow* dalam skala yang lebih besar atau *pilot project*.
2. Penelitian ini dinilai berdasarkan efektivitas persentase reduksi filtrasi *upflow* terhadap parameter pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan kekeruhan.
3. Parameter yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik dan parameter air bersih sudah ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017. Akan tetapi, penelitian ini hanya sebatas menguji pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan kekeruhan.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Cair Pencucian Kendaraan

Limbah merupakan suatu hasil dari kegiatan yang dikonsumsi oleh manusia sehari-harinya. Pada umumnya ada limbah cair, limbah gas dan limbah padat (Sunarsih, 2014). Limbah cair salah satunya adalah limbah cair pencucian kendaraan. Limbah cair pencucian kendaraan merupakan kotoran tanah atau debu dari kendaraan dan busa deterjen sisa yang digunakan untuk mencuci kendaraan. Apabila limbah cair tersebut dialirkan langsung ke lingkungan tanpa ada pengolahan terlebih dahulu dapat menyebabkan pencemaran dan kerusakan lingkungan (Rusdi dan Wardalia, 2016). Jika kandungan bahan pencemar di badan air semakin meningkat, maka akan menyebabkan rendahnya jumlah oksigen terlarut dalam badan air tersebut, sehingga dapat mengganggu kehidupan biota hidup dalam badan air karena kurangnya oksigen yang masuk ke dalam air serta dapat mengganggu keseimbangan lingkungan perairan (Wati dkk., 2016). Sebagian dari limbah cair pencucian kendaraan berbentuk bahan terlarut dan sebagian lainnya berbentuk suspensi dan komposisi dari limbah cair pencucian kendaraan kebanyakan terdapat kandungan senyawa dan bahan organik yang bersumber dari kotoran atau debu, sabun, oli, minyak dan lemak dari kendaraan (Nasihah dkk., 2018).

Air limbah pencucian kendaraan merupakan polutan yang berbahaya sehingga menjadi salah satu sumber pencemar terbesar yang masuk ke badan air (Susanthi dkk., 2018). Limbah cair pencucian kendaraan sudah banyak diteliti mengandung zat organik yang cukup tinggi konsentrasinya. Limbah cair pencucian kendaraan adalah sumber pencemar yang cukup berbahaya bagi perairan. Apabila limbah tersebut langsung dibuang ke lingkungan atau tidak dikelola terlebih dahulu akan mengakibatkan ancaman yang serius bagi lingkungan (Wirosoedarmo dkk., 2016). Limbah cair pencucian kendaraan merupakan salah satu limbah yang saat ini masih diabaikan sebelah mata, padahal limbah cair tersebut memberikan dampak yang sangat buruk bagi masyarakat

(Prihatiningsih dkk., 2019). Pengolahan limbah cair pencucian kendaraan sangat dibutuhkan untuk mengurangi yang ramah lingkungan (Imron dkk., 2019). Limbah cair terutama limbah cair pencucian kendaraan dapat mengakibatkan pencemaran yang berdampak negatif, seperti pencemaran pada perairan terkhusus di sungai. Dampak yang dirasakan oleh manusia bukan dirasakan langsung pada hari limbah dibuang pada hari tertentu, akan tetapi dirasakan pada waktu jangka panjang, sehingga akan menimbulkan penyakit yang mengganggu kesehatan manusia (Mulyadi dan Sowohy, 2020).

2.2 Karakteristik Air Bersih

2.2.1 Karakteristik Kimia

1. Derajat Keasaman (pH)

Pengertian pH merupakan singkatan dari *potential of hydrogen* yang berarti merupakan ukuran atau derajat dalam menentukan tingkat keasaman atau kebasaan dari suatu larutan. Kadar asam yang terkandung dalam larutan akan mempengaruhi nilai pH. Semakin tinggi kadar asam larutan, maka nilai pH semakin kecil, begitupun sebaliknya. Kadar pH pada air memiliki beberapa tingkatan diantaranya untuk nilai pH 0 – 6,4 bersifat asam, 6,5 – 7,0 bersifat netral dan 7,6 – 14 bersifat basa (Azmi dkk., 2016). Pengertian lain pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan derajat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu zat atau objek. (pH) normal memiliki nilai 7 sedangkan jika nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan zat memiliki sifat basa sedangkan nilai $\text{pH} < 7$ menunjukkan keasaman. (pH) 0 menunjukkan derajat keasaman tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan paling tinggi. Umumnya, indikator sederhana digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah jika keasaman tinggi dan biru saat keasaman rendah (Prasetyo dkk., 2018).

2. Chemical Oxygen Demand (COD)

Chemical Oxygen Demand (COD) merupakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi. COD atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan agar limbah

organik dalam air dapat dioksidasi secara kimia. Nilai COD merupakan ukuran derajat pencemaran oleh bahan organik, jika semakin rendah konsentrasi bahan organik yang terkandung dalam air limbah, maka kandungan COD dalam air limbah tersebut semakin menurun, sehingga tidak selalu dapat direduksi bahan organik dengan metode pengolahan yang konvensional (Harahap dkk., 2020).

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengurai bahan-bahan organik yang terdapat dalam air. Hal tersebut dikarenakan bahan organik sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat, sehingga semua bahan-bahan organik yang mudah diurai atau yang sulit diurai akan teroksidasi. COD sendiri merupakan parameter yang menjadi baku mutu berbagai air limbah dan menggambarkan jumlah total bahan organik yang ada (Atima, 2015).

2.2.2 Karakteristik Fisika

1. *Total Suspended Solid* (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) atau padatan tersuspensi total adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal yaitu 2 μm atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. TSS juga merupakan tempat terjadinya reaksi heterogen yang berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan paling awal, sehingga dapat mengganggu kemampuan produksi bahan organik di badan air. Kadar TSS dapat menunjukkan kondisi sedimentasi di perairan. Perairan yang memiliki konsentrasi TSS yang tinggi cenderung menyebabkan sedimentasi perairan yang tinggi pula. Apabila TSS tinggi juga menyebabkan efek negatif lain, yaitu konsentrasi TSS yang tinggi dapat mengurangi aktivitas fotosintesis tumbuhan laut, baik mikro maupun makro saat oksigen dilepaskan dari tanaman menjadi berkurang dan mengakibatkan ikan-ikan mati. Oleh karena itu, jika konsentrasi TSS terus meningkat dan mengalir ke lautan lepas dalam jangka waktu yang lama dapat mempengaruhi kualitas air di perairan pesisir (Jiyah dkk., 2017).

Total Suspended Solid (TSS) juga dapat mempengaruhi tingkat kekeruhan pada air sehingga menyebabkan air menjadi berubah tidak jernih (Wirman dkk., 2019). Kadar maksimum TSS yang diperbolehkan terdapat dalam air berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik adalah sebesar 30 mg/l. Apabila kadar TSS dalam air melebihi ambang batas akan mengurangi masuknya cahaya ke dalam air sehingga mengganggu kehidupan biota dalam air. Tingginya kadar TSS juga dapat memberi efek buruk terhadap kesehatan manusia karena telah mengandung senyawa yang berbahaya seperti nitrogen, fosfat, amoniak dan surfaktan (Kustiyaningsih dan Irawanto, 2020).

2. Kekeruhan (*Turbidity*)

Kekeruhan pada air dapat terjadi akibat adanya sedimen-sedimen tidak dapat larut seperti lumpur, tanah, dan senyawa kimia organik dan anorganik lainnya sehingga membuat nilai estetika berkurang, gangguan pada organisme dalam air dan manusia (Pramusinto dan Suryono, 2016). Kekeruhan merupakan kondisi fisika dari air yang terlihat tidak bening dan tidak bersih. Kekeruhan mengakibatkan kurangnya cahaya yang masuk ke dalam air akibat terdapat zat-zat yang tidak dapat larut. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 kadar maksimum kekeruhan yang diperbolehkan dalam air adalah sebesar 25 NTU. Apabila kadar kekeruhan dalam air melebihi kadar yang diperbolehkan akan mengakibatkan berbagai penyakit apabila dikonsumsi oleh manusia seperti diare, gatal-gatal, cacingan dan penyakit yang diakibatkan oleh air tidak sehat lainnya (Rachmansyah dkk., 2014).

2.3 Kualitas dan Standar Baku Mutu Air Bersih

Kualitas air secara umum menunjukkan kondisi air yang dikaitkan dengan suatu keperluan dan kegiatan tertentu berdasarkan kondisi fisik, kimia dan biologi. Oleh karena itu, kualitas air akan berbeda dari suatu keperluan dengan keperluan yang lain. Contohnya kualitas air untuk minum berbeda dengan kualitas air untuk sanitasi. Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun

2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum, menyebutkan bahwa air untuk keperluan higiene sanitasi merupakan air dengan kualitas yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya berbeda dengan kualitas air minum. Kualitas air harus memenuhi syarat kesehatan yaitu, persyaratan fisik, kimia dan biologi. Adapun persyaratan standar baku mutu limbah cair domestik serta untuk keperluan higiene sanitasi dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Standar Baku Mutu Air Bersih

Parameter	Standar Baku Mutu yang diperbolehkan	Satuan
Kimia		
pH	6 – 9	-
Chemical Oxygen Demand (COD)	100	mg/L
Fisika		
Total Suspended Solid (TSS)	30	mg/L
Kekeruhan	25	NTU

Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum.

Berdasarkan Peraturan Pemerintahan Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, klasifikasi dan kriteria mutu air dibagi menjadi 4 kelas yaitu:

- Kelas satu, yaitu air yang dapat digunakan untuk bahan baku air minum atau peruntukan lainnya dengan mempersyaratkan mutu air yang sama.
- Kelas dua, yaitu air yang dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, budidaya ikan air tawar, peternakan, pertanian (mengairi tanaman) dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air dan kegunaan yang sama.
- Kelas tiga, yaitu air yang dapat digunakan untuk budidaya ikan air tawar, peternakan dan pertanian (mengairi tanaman) dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air dan kegunaan yang sama.

- d. Kelas empat, yaitu air yang dapat digunakan untuk mengairi pertanaman atau pertanian dan peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air dan kegunaan yang sama.

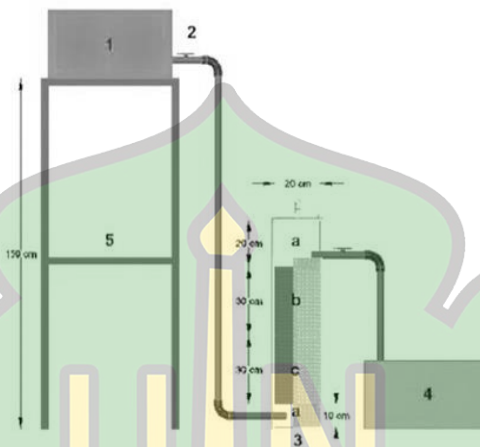
2.4 Filtrasi *Upflow*

Filtrasi merupakan suatu sistem pengolahan limbah dengan cara memisahkan zat padat dari fluida untuk menghilangkan partikel-partikel suspensi dan koloid serta zat lainnya dengan cara menyaring limbah melewati media filter (Sulianto dkk., 2019). Ada berbagai macam media yang sering digunakan untuk filtrasi, seperti zeolit, pasir silika dan arang aktif, media-media filter tersebut dapat mereduksi kandungan padatan, bakteri, menghilangkan besi, mangan, bau, rasa dan warna, sehingga filtrasi dengan media-media tersebut dikatakan cukup efektif dalam menurunkan kadar-kadar pencemar (Pratama dkk., 2021).

Secara umum, filtrasi adalah proses yang digunakan dalam pengolahan air limbah untuk memisahkan kotoran (partikulat) yang terkandung di dalam air. Pada air proses merembes dan melewati media filter sehingga akan menumpuk di permukaan filter dan terkumpul di sepanjang kedalaman media yang dilaluinya. Filtrasi juga memiliki kemampuan untuk memisahkan partikulat dari semua ukuran ini termasuk lagae, virus, asbes dan koloid tanah. Proses penyaringan ini terjadi dengan melewatkan air limbah melalui media berpori tertentu. Proses filtrasi ini meliputi media filtrasi dan media penyangga (Ningrum, 2020).

Sistem filtrasi *upflow* merupakan suatu metode dalam pengolahan limbah cair melalui media filter dari bawah media pasir menuju media pasir paling atas, sehingga limbah cair yang dihasilkan berada pada bagian atas saringan. Filtrasi dengan menggunakan aliran *upflow* memiliki beberapa keunggulan yaitu, dilihat lebih efektif untuk meminimalisir adanya terjadi kebuntuan pada media akibat tingkat kekeruhan yang tinggi, pembersihan dapat dilakukan dengan *backwash* sehingga memudahkan dalam membersihkan media filter dengan cara membuka katup penguras (Trigunarso dkk., 2019). Bagian-bagian pada alat sistem filtrasi dengan aliran *upflow* tidak berbeda dari filtrasi aliran *downflow*, yaitu terdiri dari bagian inlet, lapisan air di bagian bawah media filter, media filter dan bagian

outlet, akan tetapi arah aliran pengolahan filtrasi berkebalikan secara vertikal dari sistem filtrasi *downflow*. Filtrasi *upflow* dapat dilihat pada Gambar 2.1 (Artiyani dan Firmansyah, 2016).



Gambar 2.1 Reaktor Filtrasi *Upflow*
(Sumber: Artiyani dan Firmansyah, 2016)

2.5 Batu Kerikil

Batu kerikil merupakan butiran batu lebih kecil dari batuan kerikil sedang (kira-kira sebesar biji nangka atau biji kacang tanah) dan lebih besar dari pasir. Batu kerikil bersifat seperti butir pasir dan dapat dikategorikan ke dalam batu pasir yang mengandung silika. Pada umumnya bertekstur halus dan berbentuk menyerupai bulatan akibat pecahan batu gunung yang terseret air hingga ke laut dan selama ribuan tahun saling beradu dan akhirnya terkikis oleh air. Oleh karena itu, batu kerikil dapat diperoleh di daerah pesisir pantai yang tersedia dengan berbagai macam ukuran, bentuk dan warna. Batu kerikil berfungsi berfungsi sebagai celah agar air dapat mengalir melalui lubang bawah, sehingga dapat menyaring kotoran-kotoran kasar dan zat pencemar lainnya (Fajri dkk., 2017).

2.6 Pasir Silika

Pasir silika merupakan bahan galian yang terdiri dari kristal-kristal silika (SiO_2) dan mengandung senyawa pengotor yang berasal akibat terbawa pada

proses pengendapan. Komposisi pasir silika terdiri dari gabungan SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO dan K_2O yang pada umumnya memiliki warna putih bening atau bisa memiliki warna lain sesuai senyawa pengotor yang dimiliki pasir silika tersebut. Pasir silika sering digunakan untuk pengolahan air kotor menjadi air bersih (Mahyuddin dan Nursetiawan, 2016). Pasir silika juga merupakan salah satu mineral yang umum ditemukan di kerak kontinen bumi, mineral ini memiliki struktur kristal heksagonal yang terbuat dari silika trigonal terkristalisasi. Pasir silika ini memiliki manfaat untuk kehidupan, seperti dapat digunakan untuk bahan baku pembuatan keramik, kaca dan untuk media filtrasi air (Izaak dan Wijaya, 2020).

Pasir silika atau pasir kuarsa adalah pasir lepas berwarna putih bening sedikit kekuning-kuningan dengan bentuk rata-rata bersudut tanggung. Pasir silika memiliki rumus kimia SiO_2 dan memiliki ketahanan yang cukup tinggi terhadap cuaca. Pasir silika ini dapat digunakan sebagai bahan filtrasi terutama berfungsi untuk proses penyaringan oleh rongga-rongga antar butiran pasir silika. Kemampuan pasir silika dalam menyaring ditentukan oleh tingkat porositas dan luas permukaannya. Apabila pasir tersebut memiliki tingkat porositas yang tinggi dan luas permukaan yang lebar, maka akan menghasilkan tingkat kemampuan penyaringan yang tinggi pula. Porositas media filtrasi tergantung pada susunan butiran pasir di dalam lapisan media. Fungsi pasir silika dapat menghilangkan sifat fisik air yang kotor, seperti kekeruhan, lumpur dan bau (Anis Rahmawati, 2013).

2.7 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan karbon yang diolah sedemikian rupa sehingga pori-porinya terbuka dan akan mempunyai daya serap yang cukup tinggi. Karbon aktif merupakan karbon yang bebas dan juga memiliki permukaan dalam (*internal surface*) sehingga memiliki kemampuan daya serap yang baik. Kemampuan daya serap karbon aktif tergantung pada jumlah senyawa karbon yang dimiliki berkisar antara 85% hingga 95% karbon bebas. Karbon aktif ini dapat digunakan sebagai bahan penyerap logam, gas, bahan pemucat dan dapat menghilangkan bahan-

bahan organik, surfaktan, bau dan lain sebagainya. Pada proses filtrasi karbon aktif ini terjadi proses adsorpsi, yaitu proses menghilangkan zat-zat pencemar oleh permukaan karbon aktif (Mifbakhuddin, 2010).

Karbon aktif adalah bahan padat yang berpori dihasilkan dari proses pembakaran dengan menggunakan bahan yang mengandung karbon. Pada umumnya karbon aktif sering digunakan untuk bahan bakar. Selain itu, karbon aktif juga sering digunakan untuk adsorben atau penyerap. Karena memiliki permukaan yang luas, pengaplikasian yang mudah dan memiliki harga yang relatif murah. Karbon aktif dapat dibuat menggunakan bahan yang alami, sehingga dapat meminimalisir terjadinya pencemaran lingkungan. Karbon aktif memiliki 85% sampai 90% karbon yang dihasilkan dari bahan mengandung karbon dan memiliki suhu tinggi. Komponennya terdiri dari abu, sulfur, karbon terikat, nitrogen dan air (Khuluk, 2016). Keuntungan dari pemakaian karbon aktif sebagai media filter adalah pengoperasian mudah karena air mengalir dalam media karbon, proses berjalan cepat karena ukuran butir karbon relatif lebih besar dan karbon tidak bercampur dengan lumpur, sehingga dapat dilakukan regenerasi (Asadiya dan Karmaningroem, 2018).

2.8 Ijuk

Ijuk merupakan serat alam berwarna hitam dan keras yang berasal dari pelepah daun enau atau aren meliputi dari bawah sampai batang aren. Ijuk memiliki fungsi sebagai media filter dalam pengolahan air. Dalam proses filtrasi air, ijuk dapat menghilangkan atau menyaring partikel-partikel halus dengan menggabungkan ijuk dengan media lain seperti pasir, batu, dan arang aktif. Ijuk juga berfungsi sebagai penahan pasir agar tidak lolos ke lapisan bawah saringan (Sadaruddin dan Nour, 2020). Selain itu, ijuk berfungsi sebagai menyaring kotoran yang berukuran sedang atau besar, hal ini dikarenakan ijuk memiliki kelunturan sekaligus padatan, sehingga mudah dalam menyaring kotoran besar pada air. Akan tetapi, walaupun ijuk memiliki kepadatan tidak membuat air sulit melewati ijuk. Pada umumnya, apabila ijuk digunakan sebagai media filter maka akan diletakkan sebagai saringan lanjutan setelah seluruh kotoran tersaring dan

bebas dari mikroorganisme (Susanti, 2014). Keefektifan ijuk apabila digabungkan dengan media pasir, kerikil dalam menurunkan kadar *Biological Oxygen Demand* (BOD) pada limbah cair rumah potong hewan mencapai nilai sebesar 81,62% (Yuliani, 2018).

2.9 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Filtrasi

Pada proses filtrasi terjadi reaksi fisika dan kimia, sehingga dapat menimbulkan faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas air hasil filtrasi, efisiensi filtrasi dan lain sebagainya. Faktor-faktornya adalah debit filtrasi, kedalaman lapisan media, ukuran dan material media, konsentrasi kekeruhan, kehilangan tekanan dan suhu air (García-Ávila dkk., 2020).

1. Debit Filtrasi

Debit yang berlebihan akan menyebabkan filter tidak berfungsi secara efektif. Sehingga penyaringannya tidak bisa sempurna, karena adanya aliran air yang cepat di ruang antara butiran media pasir. Hal ini menyebabkan pengurangan waktu kontak antara permukaan media filter yang kasar dengan air yang akan disaring. Laju aliran yang terlalu tinggi saat melewati ruang antar partikel-partikel. Hal ini membuat partikel terlalu halus untuk disaring sehingga partikel tersebut akan lolos.

$$Q = v/t$$

(2.1)

Dimana:

Q = Debit

v = Volume air

t = Waktu penyaringan

2. Kedalaman, ukuran dan material media

Pemilihan media dan ukuran merupakan keputusan penting dalam desain bangunan filter. Ketebalan media menentukan panjang aliran dan kemampuan filter. Media yang terlalu tebal biasanya memiliki kemampuan filter yang sangat tinggi, namun membutuhkan waktu pengaliran yang lama. Apabila kondisi media

terlalu kasar atau terlalu halus dapat menyebabkan variasi ukuran ruang kosong atau rongga antar partikel. Ukuran pori itu sendiri ditentukan oleh porositas dan kemampuan menyaring partikel halus yang terkandung dalam air. Apabila pori-pori terlalu besar akan meningkatkan laju filtrasi dan partikel yang perlu disaring akan lolos. Di sisi lain, apabila pori-pori terlalu halus akan meningkatkan kemampuan filtrasi partikel dan juga menyebabkan penyumbatan pori-pori karena adanya partikel halus tersuspensi atau *clogging*.

Media filter sangat berperan penting dalam proses penyaringan. Media filter dapat tersusun dari pasir antrasit, pasir silika alami dan pasir garnet. Media filter memiliki variasi bentuk, ukuran dan komposisi kimia. Pemilihan media yang tepat dapat dilakukan dengan analisa ayakan (*sieve analysis*). Hasil ayakan media filtrasi digambarkan dalam kurva akumulasi distribusi untuk mencari ukuran yang efektif (*effective size*) dan keseragaman media yang diinginkan dinyatakan sebagai (*uniformity coefficient*).

Effective size (ES) atau ukuran efektif media filter adalah ukuran media bagian atas yang paling efektif dalam memisahkan kotoran yang besarnya 10% dari total kedalaman lapisan media filter atau 10% dari fraksi berat atau sering dinyatakan sebagai d_{10} (diameter pada persentil 10). *Uniformity Coefficient (UC)* atau koefisien keseragaman adalah angka keseragaman media filter yang dinyatakan dengan perbandingan antara ukuran diameter pada 60% fraksi berat terhadap ukuran efektif atau dapat ditulis $UC = d_{60}/d_{10}$. D_{60} adalah diameter butiran pada persentil 60. Pada penelitian ini menggunakan saringan multimedia misalnya digunakan pasir silika, antrasit dan garnet atau dolomit. Fungsi multimedia adalah untuk memfungsikan seluruh lapisan filter agar berperan sebagai penyaring.

3. Konsentrasi Kekeruhan

Konsentrasi kekeruhan memiliki efek yang cukup besar pada efisiensi filtrasi. Konsentrasi yang sangat tinggi pada air dapat menyumbat pori-pori media sehingga terjadi *clogging*. Oleh karena itu, sering kali terdapat batasan jumlah konsentrasi pada air yang dapat masuk selama penyaringan. Jika konsentrasi

kekeruhan terlalu tinggi, maka harus dilakukan pengolahan terlebih dahulu seperti koagulasi, flokulasi dan sedimentasi.

4. Suhu Air

Adanya perubahan suhu atau temperatur air yang akan disaring menyebabkan densitas (massa jenis), viskositas absolut, viskositas kinematis air berubah. Selain itu juga akan mempengaruhi daya tarik menarik diantara partikel halus penyebab kekeruhan, sehingga terjadi perbedaan dalam ukuran besar partikel yang akan disaring. Akibat hal tersebut akan mempengaruhi daya adsorpsi. Akibat dari keduanya akan mempengaruhi terhadap efisiensi daya saring filter (Sadaruddin dan Nour, 2020).

2.10 Hasil Telaah Pustaka Penelitian

Penelitian mengenai penggunaan metode filtrasi multimedia dengan menggunakan aliran *upflow* sudah dilakukan pada penelitian-penelitian terdahulu dengan menunjukkan hasil yang berbeda-beda dan dengan parameter penelitian yang berbeda pula. Berikut tabel hasil telaah pustaka penelitian penggunaan metode filtrasi multimedia dengan aliran *upflow*:

Tabel 2.2 Hasil Telaah Pustaka Penelitian

No.	Penulis	Judul	Nama Jurnal	Tahun	Hasil Penelitian
1.	Anita Rahmawati, Warsito	Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Tanaman Eceng Gondok (<i>Eschornia Crassipes</i>) untuk menghasilkan Air Bersih di Perumahan Green Tombro Kota Malang	Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan. Vol. 4, No. 1.	2020	Hasil penelitian menunjukkan bahwa gabungan metode filtrasi dengan tanaman eceng gondok dapat menurunkan pH 9 menjadi 7, kadar BOD 14,813 mg/L menjadi 9,628 mg/L.

No.	Penulis	Judul	Nama Jurnal	Tahun	Hasil Penelitian
2.	Anis Artiyani, Nano Heri Firmansyah	Kemampuan Filtrasi <i>Upflow</i> Pengolahan Filtrasi <i>Upflow</i> dengan Media Pasir Zeolit dan Arang Aktif dalam Menurunkan Kadar Fosfat dan Deterjen Air Limbah Domestik	Jurnal Industri Inovatif. Vol. 6, No. 1.	2016	Hasil penelitian menunjukkan filtrasi <i>upflow</i> menggunakan media zeolit, arang aktif dari tempurung kelapa dan pasir kuarsa dalam pengolahan limbah cair domestik menghasilkan penurunan fosfat sebesar 67,71% dan deterjen sebesar 62,78%.
3.	Arry Setiawan dan Charles Situmorang	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. Vol. 10, No. 1.	2017	Hasil penelitian menunjukkan pengolahan air limbah pencucian kendaraan melalui proses fisika menggunakan pasir silika dan karbon aktif menurunkan kadar BOD, COD dan TSS.
4.	Mega Cahya Norma Istimewa, Sudiro dan Evy Hendriarianti	Penjernihan Air Baku Kali Lamong Menggunakan Metode Filtrasi <i>Upflow</i> (Kali Lamong Raw <i>Water Cleaning Using Upflow Filtration Method</i>)	Jurnal Enviro. Vol. 1, No. 1.	2022	Hasil penelitian menunjukkan filtrasi <i>upflow</i> menggunakan media kerikil, pasir kuarsa dan zeolit pada pengolahan filtrasi air kali mampu menurunkan kadar kekeruhan sebesar 77,3% dan TDS sebesar 20,2%.
5.	Kiki P. Utomo, Suci Pramadita dan Ochih Saziati	<i>Coco Fiber</i> Sebagai Filter Limbah Cair Rumah Makan Cepat Saji	Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah. Vol. 1, No. 2.	2018	Hasil penelitian menunjukkan pengolahan limbah cair rumah makan menggunakan media filter serabut kelapa dapat menurunkan kadar BOD sebesar 98,58%.

No.	Penulis	Judul	Nama Jurnal	Tahun	Hasil Penelitian
6.	Reika Ditassya Puspita, Yeyen Maryani dan Widya Ernayati Kosimaningrum	Pengolahan Limbah Domestik dengan Kombinasi Metode Filtrasi Arang Aktif- Sabut Kelapa dan Adsorpsi Biji Kelor	Jurnal Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan Ke- III. Vol. 3, No. 1.	2021	Hasil penelitian menunjukkan pengolahan limbah domestik dengan metode filtrasi arang aktif-sabut kelapa dan adsorpsi serbuk biji kelor dapat menurunkan COD sebesar 80%, BOD sebesar 80,55% dan MBAS sebesar 64,08%.
7.	Yustika Kusumawardani, Sri Subekti, Soehartono	Potensi dan Pengaruh Batang Pisang Sebagai Media Filter Pada Pengolahan Air Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor	Jurnal Presipitasi. Vol 16, No. 3.	2019	Hasil penelitian menunjukkan pengolahan air limbah pencucian kendaraan menggunakan batang pisang sebagai media filter dapat menurunkan kadar TSS mencapai 91%.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

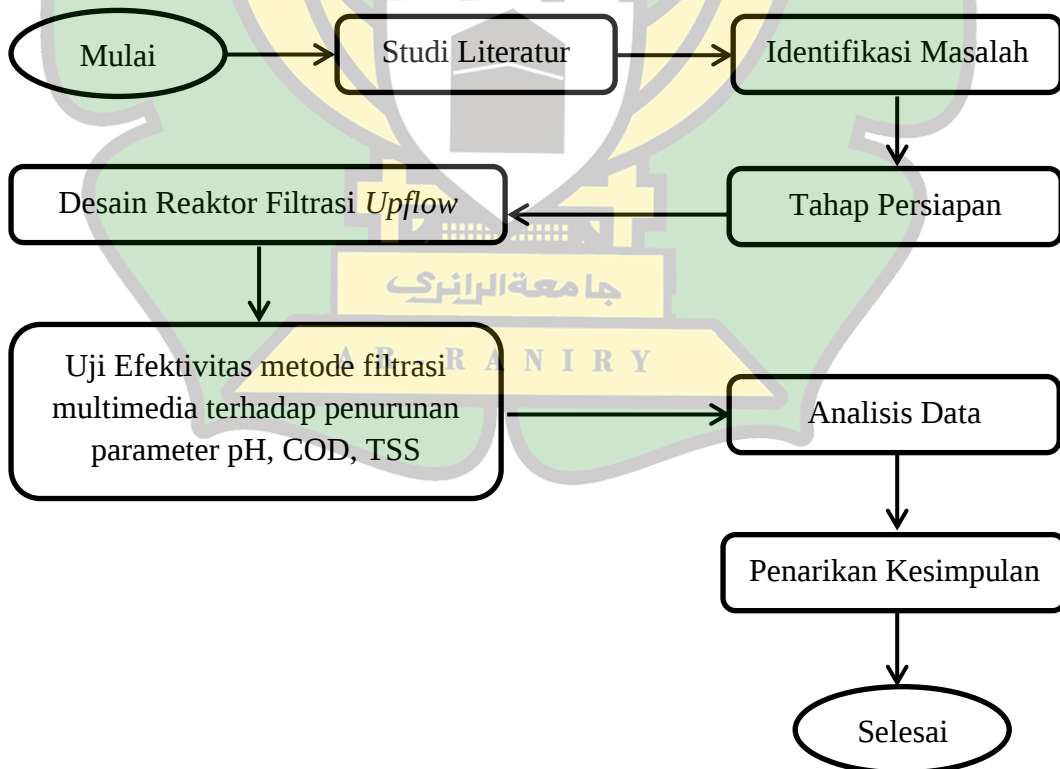
Tahapan penelitian secara umum dibagi menjadi beberapa tahapan, adapun tahapan-tahapannya sebagai berikut:

1. Studi literatur, merupakan studi atau kegiatan yang dilakukan untuk mengetahui segala informasi dan mengumpulkan data yang diperlukan dalam penelitian dengan membaca serta mencatat informasi dan data yang diambil dari buku, jurnal dan juga skripsi.
2. Identifikasi masalah, merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menemukan masalah dan mengidentifikasi sumber masalah pada penelitian. Pada penelitian ini melakukan identifikasi kondisi air limbah tempat pencucian kendaraan untuk mengetahui cara yang baik untuk pengolahan yang sesuai dalam mengolah air limbah tempat pencucian kendaraan di Desa Lambhuk, Kecamatan Ulee Kareng, Kota Banda Aceh.
3. Tahap persiapan, merupakan tahapan dalam mempersiapkan alat dan bahan untuk proses penelitian yang bertujuan agar setiap tahapan proses penelitian dapat dilakukan secara efektif.
4. Pembuatan desain prototipe reaktor filtrasi *upflow*, merupakan tahapan metode awal yang direncanakan digunakan untuk mereduksi parameter pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan kekeruhan pada air limbah tempat pencucian kendaraan.
5. Tahap uji efektivitas, adalah tahapan untuk pengujian seberapa efektif metode filtrasi multimedia dengan menggunakan aliran *upflow* yang dibuat dalam penurunan kandungan parameter parameter pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan kekeruhan di air limbah tempat pencucian kendaraan dan untuk mengolah air limbah tersebut menjadi air bersih. Tahap ini bertujuan untuk membandingkan hasil uji dengan standar baku mutu Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik

dan baku mutu air bersih berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017.

6. Tahap analisis data, adalah tahapan yang dilakukan setelah uji efektivitas yang bertujuan untuk mengolah data menjadi suatu informasi terbaru, sehingga mudah dimengerti dan mudah dalam menarik kesimpulan.
7. Tahap penarikan kesimpulan, merupakan tahapan dalam menjawab pertanyaan dari permasalahan penelitian, yaitu berapa persen efektivitas metode filtrasi multimedia dengan menggunakan aliran *upflow* yang dibuat dalam penurunan kandungan parameter pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan kekeruhan di dalam air limbah tempat pencucian kendaraan dan seberapa efektif metode filtrasi multimedia dengan menggunakan aliran *upflow* dalam mengolah limbah tersebut menjadi air bersih.

Secara keseluruhan, tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1 di bawah ini:



Gambar 3.1 Tahapan Penelitian.

3.2 Studi Pendahuluan

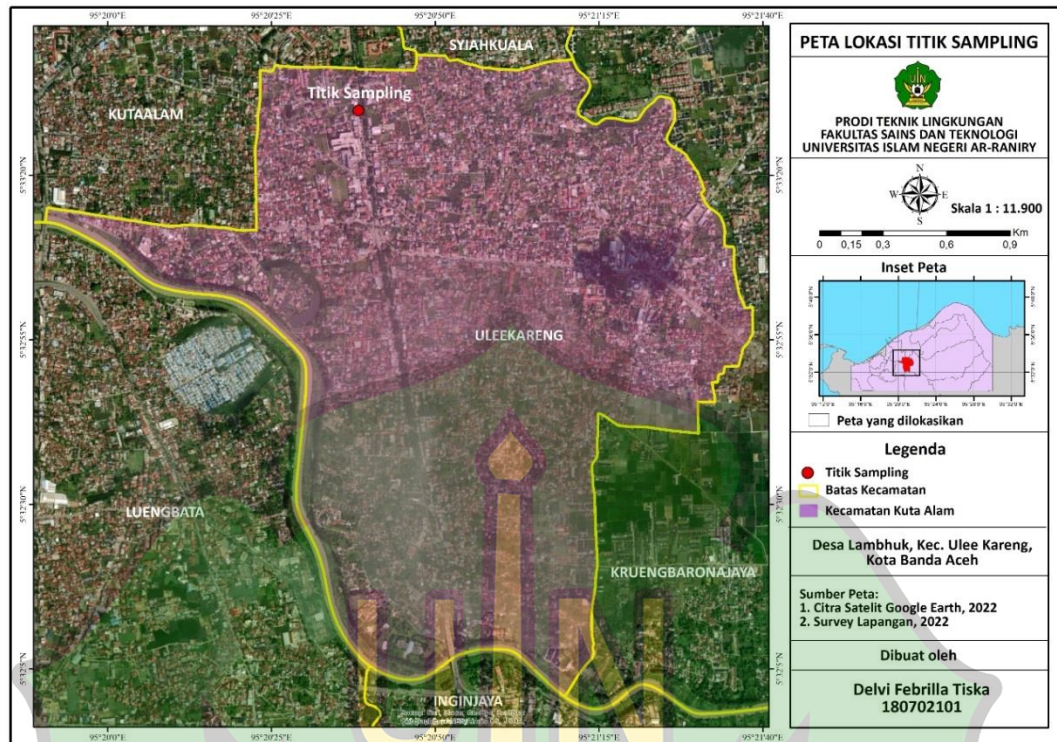
Studi pendahuluan didapatkan hasil yang dibandingkan dengan kadar maksimum yang dibolehkan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum. Berikut tabel hasil perbandingannya:

Tabel 3.1 Hasil Studi Pendahuluan

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji Pendahuluan	Kadar Maksimum
1.	pH	-	11,9	6-9
2.	COD	mg/L	219,2	100
3.	TSS	mg/L	497	30
4.	Kekeruhan	NTU	262	25

3.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di beberapa lokasi yaitu: (i) Lokasi pengambilan sampel air limbah pencucian kendaraan di Desa Lambhuk, Kec. Ulee Kareng, Kota Banda Aceh. Peta dan lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.3. Pemilihan lokasi ini berdasarkan survei yang dilakukan terhadap usaha-usaha pencucian kendaraan di Kecamatan Ulee Kareng. Berdasarkan survei didapatkan hasil bahwa usaha pencucian kendaraan Meutuah Doorsmeer merupakan usaha pencucian kendaraan yang paling besar dan banyak pelanggan, sehingga dapat mencuci kendaraan sampai 30 unit per harinya serta hasil uji parameter pH, COD, TSS dan kekeruhan pada lokasi ini telah melewati baku mutu sehingga sudah seharusnya dilakukan pengolahan untuk menurunkan kadar parameter yang berbahaya pada air limbah pencucian kendaraan ini agar tidak mencemari drainase dan lingkungan sekitar; (ii) lokasi pembuatan reaktor filtrasi *upflow* prototipe dilakukan di rumah peneliti Gampong Peurada, Kecamatan Syiah Kuala, Kota Banda Aceh; (iii) lokasi pengolahan limbah cair pencucian kendaraan dan pemeriksaan parameter air limbah dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.



Gambar 3.2 Informasi Peta Lokasi Pengambilan Sampel Air Limbah.

(Sumber: Google earth, 2022)



Gambar 3.3 Lokasi Pengambilan Sampel Air Limbah.

3.4 Sampel dan Teknik Pengambilan Sampel

Sampel air limbah pencucian kendaraan diambil pada saluran outlet salah satu *doorsmeer* sebanyak 10 Liter. Teknik dalam pengambilan sampel air limbah *doorsmeer* dilakukan berdasarkan peraturan dalam SNI (6989.59.2008) menggunakan teknik secara langsung dan contoh sesaat (*grab sample*) yaitu pengambilan air limbah yang diambil secara sementara pada lokasi tertentu. Berikut tahapan-tahapan pengambilan sampel:

- a. Sampel air limbah pencucian kendaraan diambil secara langsung dari tempat pembuangan limbah salah satu *usaha* pencucian kendaraan yang berada di Gampong Lambhuk, Kecamatan Ulee Kareng, Kota Banda Aceh. Waktu yang dilakukan untuk pengambilan sampel yaitu pada pagi hari antara dari pukul 08.00 sampai 12.00 WIB. Pengambilan sampel pada pukul tersebut dikarenakan aktivitas mencuci kendaraan paling banyak terjadi antara pukul tersebut. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan gayung, lalu dimasukkan ke dalam jeriken 10 liter berdasarkan ketentuan SNI (6989.59.2008) adalah sebagai berikut:
 - a. Alat harus terbuat dari bahan yang tidak dapat mengubah sifat dari sampel.
 - b. Alat yang digunakan harus mudah dan aman dibawa kemana-mana.
 - c. Mudah dicuci dari sisa sampel sebelumnya.
 - d. Kapasitas alat sesuai dengan tujuan dari pengujian sampel.
 - e. Sampel harus bisa dipindahkan ke dalam tempat penampung tanpa adanya sisa dari sampel sebelumnya dengan mudah.



Gambar 3.4 a) Pengambilan Sampel Limbah Cair; b) Sampel Limbah Cair.

3.5 Pembuatan Reaktor Filtrasi *Upflow*

3.5.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada pembuatan reaktor filtrasi *upflow* ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Alat dan Bahan Prototipe Reaktor Filtrasi

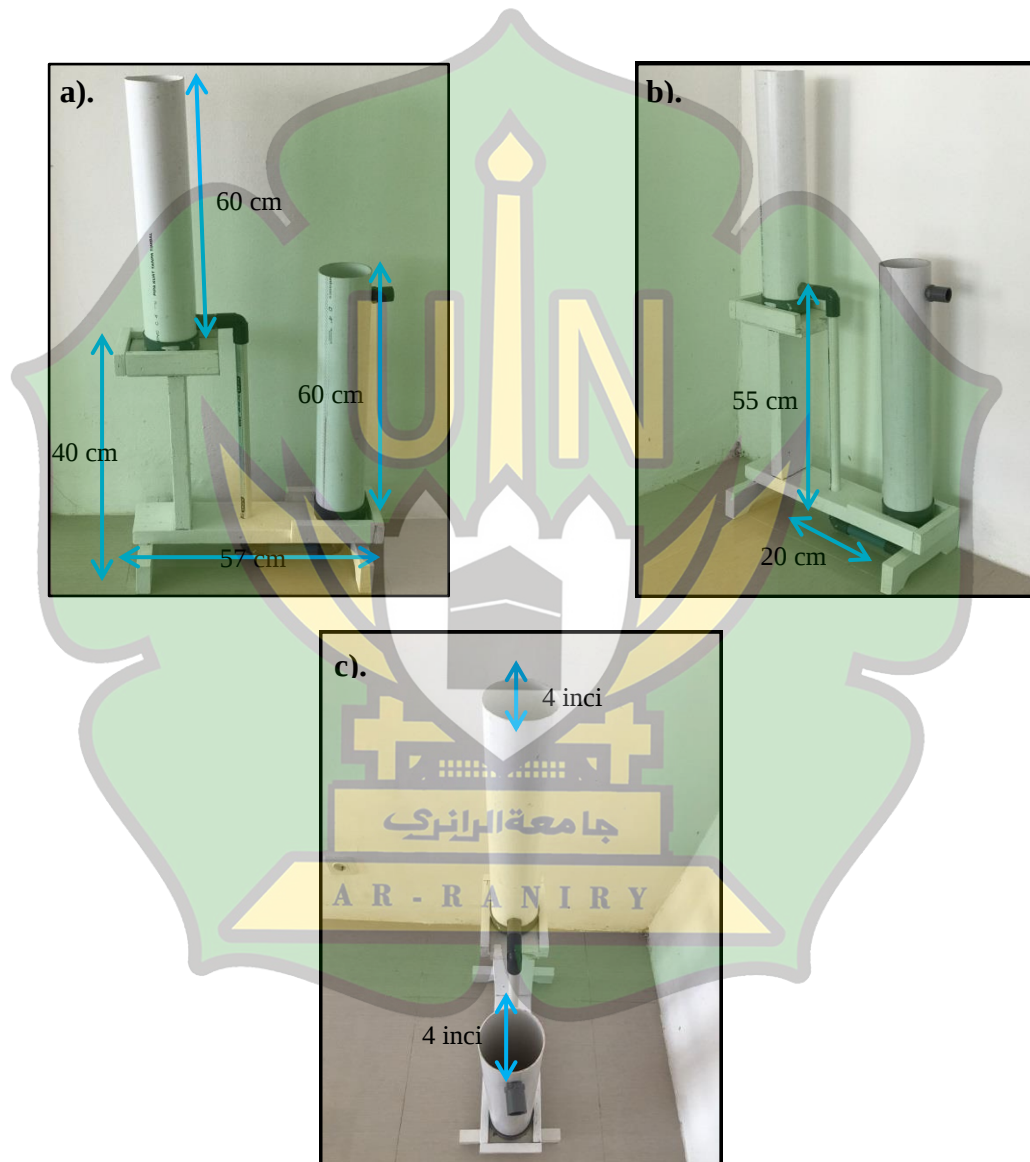
No.	Nama Bahan	Satuan	Kegunaan
1.	Pasir silika	7,5 kg	Untuk menyerap kontaminan
2.	Kerikil	8,5 kg	Untuk menyerap kontaminan
3.	Ijuk	0,25 kg	Untuk menyerap kontaminan
4.	Karbon aktif	6 kg	Untuk menyerap kontaminan
5.	Pipa PVC 4 inci	120 cm	Untuk mendistribusikan/menyalurkan air kotor/bersih
6.	Pipa PVC $\frac{3}{4}$ inci	75 cm	Untuk mendistribusikan/menyalurkan air kotor/bersih
7.	Elbow pipa $\frac{3}{4}$ inci	3 buah	Untuk penyambung pipa
8.	Kayu penyangga	130 cm	Untuk penyangga unit filtrasi
9.	Lem pipa	2 buah	Untuk merekatkan pipa

3.5.2 Tahapan Pembuatan Prototipe Reaktor Filtrasi *Upflow*

Tahap pembuatan prototipe reaktor filtrasi *upflow* adalah sebagai berikut:

1. Desain reaktor filtrasi *upflow* menggunakan aplikasi autocad dengan rancangan yang direncanakan.
2. Pipa PVC disediakan sebagai bak penampung air dan bak filtrasi berukuran 4 inci dengan ketinggian masing-masing 60 cm.
3. Bak penampung dan bak filtrasi dilubangi sesuai ukuran pipa PVC $\frac{3}{4}$ inci yang disediakan dengan jarak 5 cm dari dasar bak. Pada bak filtrasi dilubangi dengan jarak 5 cm dari bagian atasnya sebagai pipa outlet (Novia dkk., 2019).

4. Kayu penyangga disediakan dengan ukuran 40 cm dan alas penyangga dengan ukuran 57 cm, ukuran ini memudahkan agar air limbah pada bak penampung mengalir dengan sistem *upflow* menuju bak filtrasi.
5. Air hasil olahan akan diambil pada pipa outlet yang berada pada bak filtrasi.



Gambar 3.5 Reaktor Filtrasi a) Tampak samping; b) Tampak depan; c) Tampak atas.

3.6 Prosedur Eksperimen

Prosedur eksperimen filtrasi multimedia *upflow* dengan menggunakan media batu kerikil, ijuk, pasir silika dan karbon aktif dalam pengolahan limbah cair tempat pencucian kendaraan dilakukan sebagai berikut:

1. Air limbah pencucian kendaraan yang akan diolah ditampung dalam jeriken sebanyak 10 liter.
2. Disediakan media filter yang akan digunakan seperti batu kerikil, ijuk, pasir silika dan karbon aktif.
3. Media filter yang telah direncanakan disusun secara vertikal dengan ketebalan yang berbeda. Lapisan penyaringan pertama terdiri dari batu kerikil, lapisan penyaringan kedua terdiri dari ijuk, lapisan penyaringan ketiga terdiri dari pasir silika dan lapisan penyaringan keempat terdiri dari karbon aktif (Sulianto dkk., 2020).
4. Media filter disusun pada bak filtrasi dan diukur ketinggian medianya.
5. Limbah cair pencucian kendaraan dimasukkan ke dalam bak filtrasi dengan melewati media yang telah disusun sebanyak 10 liter.
6. Limbah cair yang telah mengalir melewati media tersebut kemudian ditampung menggunakan bak penampung.
7. Air limbah yang sudah ditampung dicek terhadap parameter pH, COD, TSS dan kekeruhan (Hidayat dkk., 2019).
8. Waktu pengolahan air limbah dihitung menggunakan stopwatch lalu dicari debitnya.

Tabel 3.3 Variasi Ketebalan Media

Sampel Limbah Cair Pencucian Kendaraan								
No.	Kerikil		Ijuk		Pasir Silika		Karbon Aktif	
	Ketebalan (cm)	Massa (kg)	Ketebalan (cm)	Massa (kg)	Ketebalan (cm)	Massa (kg)	Ketebalan (cm)	Massa (kg)
1.	10	1,7	10	0,05	10	1,5	5	0,4
2.	10	1,7	10	0,05	10	1,5	10	0,8
3.	10	1,7	10	0,05	10	1,5	15	1,2
4.	10	1,7	10	0,05	10	1,5	20	1,6
5.	10	1,7	10	0,05	10	1,5	25	2

3.7 Pengukuran Parameter Limbah Cair Tempat Pencucian Kendaraan

3.7.1 Pengukuran Parameter pH

Menurut SNI 06-6898.11-2004 pengukuran pH dilakukan menggunakan alat pengukur pH meter. Tahapan pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Elektroda dikeringkan menggunakan kertas tisu, kemudian dibersihkan menggunakan air suling.
2. Elektroda dibilas dengan contoh uji.
3. pH meter dimasukkan ke dalam elektroda sampai menunjukkan pembacaan yang akurat.
4. Hasil pembacaan skala/angka dicatat pada tampilan pH meter.

3.7.2 Pengukuran Parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Menurut SNI 6989.2-2009 pengukuran *Chemical Oxygen Demand* (COD) dilakukan dengan refluks tertutup secara spektrofotometri. Tahapan pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian dihomogenkan menggunakan $K_2Cr_2O_7$ dan larutan pereaksi H_2SO_4 .
2. Sampel di dalam tabung reaksi yang telah homogen dimasukkan ke dalam pemanas pada suhu $150^{\circ}C$ selanjutnya dilakukan refluks selama 2 jam.
3. Tabung reaksi didinginkan sampai suhu ruang agar tidak terbentuk endapan.
4. Suspensi didiamkan sampai mengendap kemudian dipastikan pada bagian yang diukur jernih.
5. Sampel diukur serapan pada panjang gelombang yang ditentukan.
6. Kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) dihitung berdasarkan persamaan linier kurva kalibrasi.
7. Sampel dilakukan analisis duplo.

3.7.3 Pengukuran Parameter Kekerusihan

Menurut SNI 06-6989.25-2005 cara menguji parameter kekeruhan adalah dengan menggunakan nefelometer. Tahapan pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Kalibrasi nefelometer, yaitu dengan cara sebagai berikut:

- a. Nefelometer (pengukur kekeruhan) dioptimalkan untuk pengujian kekeruhan sesuai dengan instruksi instrumen.
 - b. Suspensi standar kekeruhan seperti 40 NTU dimasukkan ke dalam tabung nefelometer dan ditutup penutupnya.
 - c. Nefelometer ditunggu dan dibiarkan hingga menampilkan nilai pembacaan yang stabil.
 - d. Nefelometer diatur untuk menampilkan angka kekeruhan larutan standar, misalnya 40 NTU.
2. Penentuan sampel uji adalah sebagai berikut:
- a. Tabung nefelometer dicuci dengan air suling.
 - b. Sampel uji dikocok dan dimasukkan ke dalam tabung pada nefelometer, kemudian ditutup penutupnya.
 - c. Nefelometer diletakkan sampai menunjukkan nilai pembacaan yang stabil.
 - d. Nilai kekeruhan dicatat pada sampel yang diamati.

3.7.4 Pengukuran Parameter *Total Suspended Solid* (TSS)

Menurut SNI 06-6989.3-2004 pengukuran *Total Suspended Solid* (TSS) dilakukan secara gravimetri. Tahapan pengujiannya adalah sebagai berikut:

1. Peralatan vakum disiapkan untuk proses penyaringan. Saringan dibasahkan menggunakan air suling.
2. Sampel diaduk menggunakan *magnetic stirrer* hingga homogen.
3. Sampel diambil menggunakan pipet volume sampai volume tertentu.
4. Saringan atau kertas saring dicuci menggunakan 3 x 10 mL air suling kemudian dibiarkan mengering.
5. Sampel disaring menggunakan alat vakum selama 3 menit.
6. Kertas saring dipindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga.
7. Kertas saring dikeringkan menggunakan oven pada suhu 103°C sampai 105°C selama 1 jam.
8. Kertas saring didinginkan di dalam desikator, setelah dingin kertas saring ditimbang.

9. Tahapan pengeringan, pendinginan dan penimbangan diulang sampai berat konstan.

Setelah melakukan pengujian selanjutnya dilakukan perhitungan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{TSS mg/L} = \frac{(A-B) \times 1000}{\text{volume contoh uji (mL)}} \quad (3.1)$$

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

3.8 Analisis Data

Berdasarkan data yang diperoleh dari tahapan pengujian eksperimen pada skala laboratorium dilakukan dengan pengujian variabel bebas yaitu variasi ketebalan media filtrasi. Pengukuran parameter pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan kekeruhan dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan. Untuk menentukan hasil akhir dari pengujian ini maka dilakukan analisis statistik dengan menggunakan *software Statistical Product and Service Solutions* (SPSS). SPSS merupakan *software* yang memiliki kemampuan untuk menganalisis data statistik secara akurat dan juga dapat memanajemen sistem data lingkungan secara grafis (Bhirawa, 2015).

Pada penelitian ini digunakan suatu teknik dengan analisis regresi linier sederhana. Analisis regresi linier sederhana merupakan analisis data untuk melihat hubungan dari satu variabel. Jadi, penelitian ini menganalisis data apakah ada pengaruh atau tidak variabel bebas yaitu ketebalan media filtrasi terhadap variabel terikat yaitu pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan kekeruhan (Mona dkk., 2015). Untuk menganalisis penelitian ini dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut (Rohman, 2018):

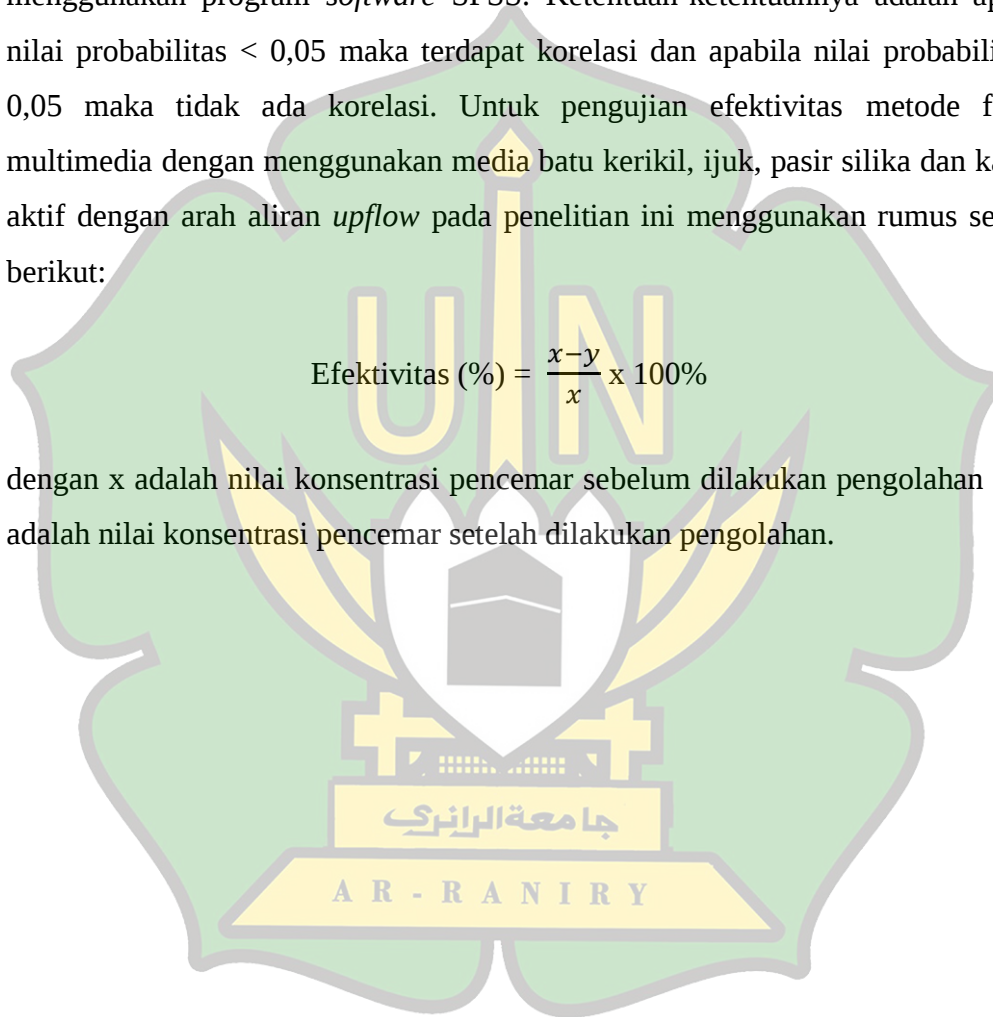
$$Y = a + bX \quad (3.2)$$

dengan Y merupakan variabel terikat yaitu pH, *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS) dan kekeruhan, X merupakan variabel bebas

yaitu ketebalan media filtrasi, a merupakan nilai konstanta dan b merupakan nilai koefisien regresi dari X. Selain melakukan analisis dengan regresi linier sederhana, penelitian ini juga melakukan uji (t-test) yang bertujuan untuk melihat apakah parameter yang digunakan sudah mampu menjelaskan hubungan antara variabel terikat dengan variabel bebasnya. Uji (t-test) ini dilakukan dengan menggunakan program *software* SPSS. Ketentuan-ketentuannya adalah apabila nilai probabilitas < 0,05 maka terdapat korelasi dan apabila nilai probabilitas > 0,05 maka tidak ada korelasi. Untuk pengujian efektivitas metode filtrasi multimedia dengan menggunakan media batu kerikil, ijuk, pasir silika dan karbon aktif dengan arah aliran *upflow* pada penelitian ini menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Efektivitas (\%)} = \frac{x-y}{x} \times 100\% \quad (3.3)$$

dengan x adalah nilai konsentrasi pencemar sebelum dilakukan pengolahan dan y adalah nilai konsentrasi pencemar setelah dilakukan pengolahan.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Eksperimen

Hasil pengukuran sampel limbah cair pencucian kendaraan dengan parameter pH, COD, TSS dan kekeruhan sebelum dan setelah pengolahan filtrasi multimedia dengan aliran *upflow* dapat dilihat pada Tabel 4.1. Limbah cair yang diolah bersumber dari salah satu *doorsmeer* yang berada di Gampong Lambhuk yang memiliki konsentrasi awal sebelum pengolahan pH 11,9, COD 219,2 mg/L, TSS 497 mg/L dan kekeruhan 262 NTU. Dari nilai tersebut dapat diketahui bahwa nilai pH dan kandungan COD, TSS dan kekeruhan belum memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No. 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, *Solus Per Aqua*, dan Pemandian Umum, sehingga apabila limbah cair tersebut dibuang langsung ke lingkungan tanpa ada pengolahan dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu pengolahan untuk menurunkan nilai pH dan kandungan COD, TSS dan kekeruhan menggunakan metode filtrasi multimedia aliran *upflow*.

Dari hasil filtrasi menggunakan metode filtrasi multimedia aliran *upflow* menghasilkan perubahan yang signifikan bahwa pada variasi 1 dengan nilai pH 8,1, COD 20 mg/L, TSS 79 mg/L dan kekeruhan 112,8 NTU. Pada variasi 2 nilai pH 7,8, COD 13 mg/L, TSS 59 mg/L dan kekeruhan 84,5 NTU. Pada variasi 3 nilai pH 8,3, COD 8 mg/L, TSS 57 mg/L dan kekeruhan 83,5 NTU. Pada variasi 4 nilai pH 7,9, COD 8 mg/L, TSS 28 mg/L dan kekeruhan 39,7 NTU. Pada variasi 5 nilai pH 7,9, COD 7 mg/L, TSS 22 mg/L dan kekeruhan 20,9 NTU. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tebal media yang digunakan, maka semakin tinggi tingkat penurunan parameter pH, COD, TSS dan kekeruhan.

Tabel 4.1 Hasil Analisis Parameter pH, COD, TSS dan Kekeruhan pada Limbah Cair Pencucian Kendaraan di Gampong Lambhuk, Kecamatan Ulee Kareng, Kota Banda Aceh.

Tahapan Perlakuan				Waktu (Menit)	Debit (liter/detik)	pH	COD (mg/L)	Ef. COD (%)	TSS (mg/L)	Ef. TSS (%)	Kekeruhan (NTU)	Ef. Kekeruhan (%)
Sebelum Perlakuan						11,9	219,2		497		262	
Ketebalan Media												
Kerikil	Ijuk	Pasir Silika	Karbon Aktif									
10 cm	10 cm	10 cm	5 cm	26:00	0,0064	8,1	20	90,87%	79	84,10%	112,8	56,94%
10 cm	10 cm	10 cm	10 cm	30:30	0,0054	7,8	13	94,06%	59	88,12%	84,5	67,74%
10 cm	10 cm	10 cm	15 cm	36:20	0,0045	8,3	8	96,35%	57	88,53%	83,5	68,12%
10 cm	10 cm	10 cm	20 cm	39:20	0,0042	7,9	8	96,35%	28	94,36%	39,7	84,84%
10 cm	10 cm	10 cm	25 cm	43:02	0,0038	7,9	7	96,80%	22	95,57%	20,9	92,02%
Standar Baku Mutu						6-9	100		30		25	

Parameter pH, COD, TSS dan kekeruhan telah dilakukan uji regresi linier sederhana menggunakan *Software SPSS (Statistical Product and Service Solutions)* untuk mengetahui korelasi ketebalan media terhadap penurunan parameter pencemar. Hasil uji regresi linier sederhana ditunjukkan pada Tabel 4.2 di bawah ini:

Tabel 4.2 Hasil Uji Regresi Linier Sederhana Menggunakan SPSS

Variabel Bebas	Variabel Terikat				Probabilitas	Keterangan
	pH	COD	TSS	Kekeruhan		
Ketebalan Media (cm)	0,701	0,038	0,006	0,006	< 0,05	Ketebalan media berpengaruh terhadap penurunan nilai COD, TSS dan kekeruhan

Perbandingan hasil limbah cair pencucian kendaraan sebelum dan sesudah pengolahan menggunakan filtrasi multimedia menggunakan aliran *upflow* secara fisik dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Penampakan Fisik Limbah Cair Pencucian Kendaraan Sebelum dan Setelah Pengolahan.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Ketebalan Media Filter Terhadap Penurunan Parameter Pencemar

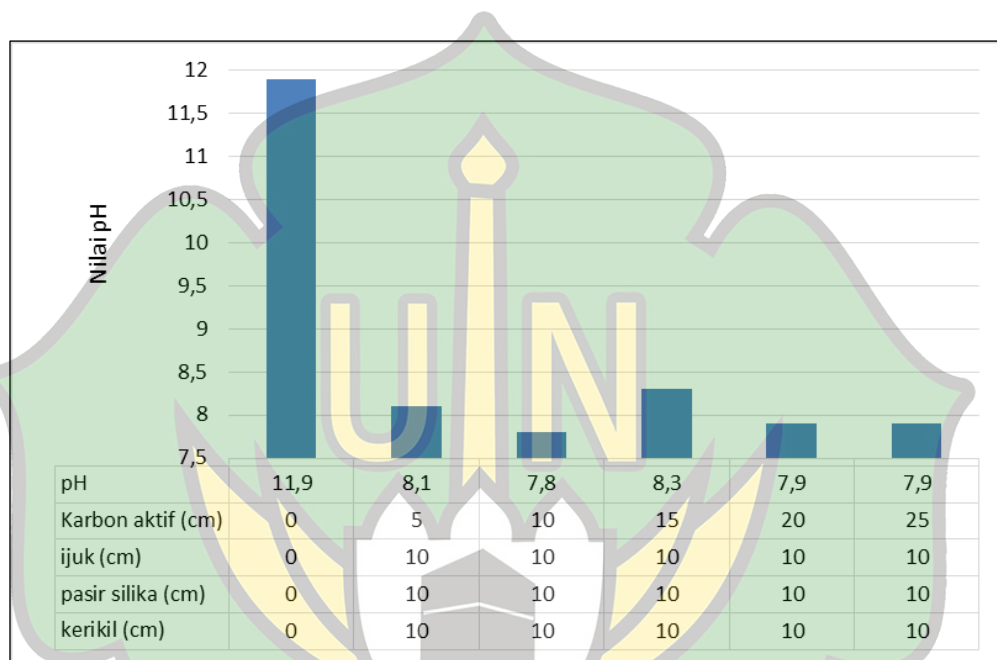
1. Parameter pH

Berdasarkan hasil filtrasi yang telah dilakukan dapat dilihat penurunan nilai pH pada Tabel 4.1. Hasil pH sebelum pengolahan adalah 11,9 dan nilai tersebut cenderung bersifat basa. Hal ini dikarenakan adanya zat yang bersifat alkalis. Sedangkan nilai pH setelah dilakukan pengolahan pada limbah cair pencucian kendaraan mendapat nilai pH yang berbeda sesuai ketebalan media filtrasi, maka didapatkan hasilnya yaitu pada variasi 1 sebesar 8,1, variasi 2 sebesar 7,8, variasi 3 sebesar 8,3, variasi 4 sebesar 7,9 dan variasi 5 sebesar 7,9. Berdasarkan Tabel 4.2 hasil uji regresi linier sederhana menunjukkan variabel ketebalan media kurang berpengaruh dalam perubahan nilai pH (nilai signifikan $0,701 > \text{probabilitas } 0,05$). Akan tetapi, walaupun kurang berpengaruh terhadap nilai pH, ketebalan media dapat menurunkan nilai pH yang sebelum perlakuan lebih tinggi dibandingkan setelah perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa penurunan nilai pH tidak dipengaruhi oleh ketebalan dari media filtrasi.

Jenis media filtrasi yang digunakan juga sangat berpengaruh dalam proses filtrasi, karena media seperti ijuk dan karbon aktif memiliki kemampuan yang cukup baik dalam mengikat ion-ion logam dan partikel-partikel halus lainnya (Sadaruddin dan Nour, 2020). Media pasir dan kerikil juga memiliki kemampuan untuk menahan kontaminan pada air limbah. Apabila semakin kecil ukuran pasir yang digunakan, maka semakin banyak polutan yang akan tertahan pada pori-pori pasir tersebut. Pasir dan kerikil berperan memisahkan atau menghilangkan air dari polutan mikro misalnya zat organik, deterjen dan bau. Pada proses filtrasi partikel-partikel yang cukup besar tersaring pada media filter (Ronny dan Saleh, 2018).

Urutan variasi peletakan media filter yang digunakan diawali dengan kerikil, ijuk, pasir silika dan karbon aktif. Urutan tersebut digunakan cukup baik ketika air dimasukkan ke dalam alat filtrasi dari bawah ke atas, karbon aktif berada pada urutan paling atas, sehingga air limbah yang melewati kerikil, ijuk

dan pasir mempunyai kesempatan memfilter air limbah lebih lama dengan partikel-partikel yang lebih besar terlebih dahulu, maka ketika air limbah melewati media karbon aktif dapat menghasilkan air yang lebih jernih dengan waktu filtrasi yang lebih cepat dikarenakan partikel yang lebih besar telah tertahan oleh media kerikil, ijuk dan pasir silika (Sulianto dkk., 2020).



Gambar 4.2 Grafik Perubahan pH terhadap Variasi Ketebalan Media Filter

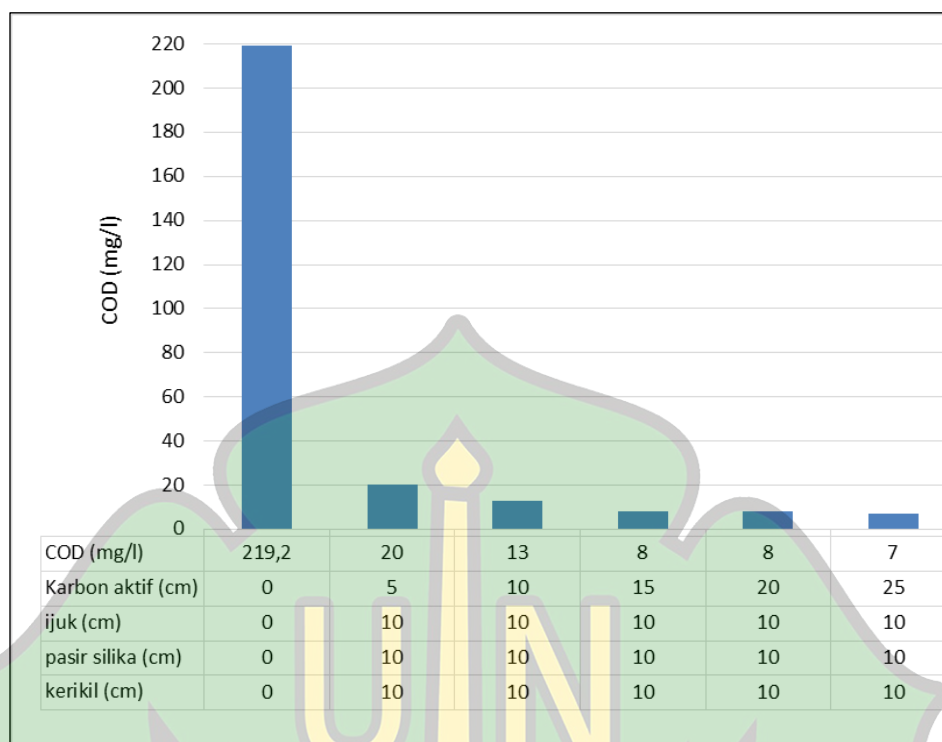
Gambar 4.2 menunjukkan terjadinya penurunan nilai pH limbah cair pencucian kendaraan berdasarkan variasi ketebalan media filter. Hasil uji pH awal yaitu sebesar 11,9. Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik yang diizinkan dibuang ke lingkungan adalah 6-9, sehingga pH air limbah pencucian kendaraan belum memenuhi baku mutu. Tingginya nilai pH menunjukkan bahwa air limbah tersebut bersifat basa. Hal ini dikarenakan tingginya penggunaan sabun atau deterjen pada saat mencuci kendaraan. pH sangat berperan dalam menyatakan kualitas perairan bagi makhluk hidup. Apabila kondisi perairan memiliki pH yang bersifat asam atau basa yang tinggi maka akan menyebabkan terjadinya gangguan pada respirasi makhluk hidup. Pada Gambar

4.2 juga terlihat penurunan parameter pH terjadi secara merata di semua variasi ketebalan media filtrasi. Persentase rata-rata penurunan pH terbesar yaitu pada variasi kelima dengan ketebalan media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm dan karbon aktif 25 cm, ketebalan tersebut turun mencapai nilai 7.

2. Parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Berdasarkan Tabel 4.1 hasil pengolahan limbah pencucian kendaraan menggunakan metode filtrasi multimedia *upflow* menunjukkan penurunan COD yang sebelum pengolahan adalah 219,2 mg/L, sedangkan setelah pengolahan didapatkan hasil yang berbeda sesuai dengan ketebalan media filtrasi. Filtrasi terbukti dapat memberikan pengaruh yang signifikan dalam menurunkan kadar COD sampai lebih dari 50% apabila dibandingkan dengan sampel air limbah sebelum pengolahan. Tingginya kadar COD pada air limbah menunjukkan banyaknya jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik pada air limbah (Pungus dkk., 2019). Kandungan bahan organik yang terdapat dalam air limbah dapat dihilangkan dengan adanya kandungan daya serap pada pasir silika dan karbon aktif (Asadiya dan Karmaningroem, 2018). Selain itu, kandungan tanin pada ijuk juga dapat mampu mengikat bahan-bahan organik pada air limbah, sehingga kandungan COD pada air limbah tersebut menurun (Hidayah, 2016).





Gambar 4.3 Grafik Penurunan Kadar COD terhadap Variasi Ketebalan Media Filter

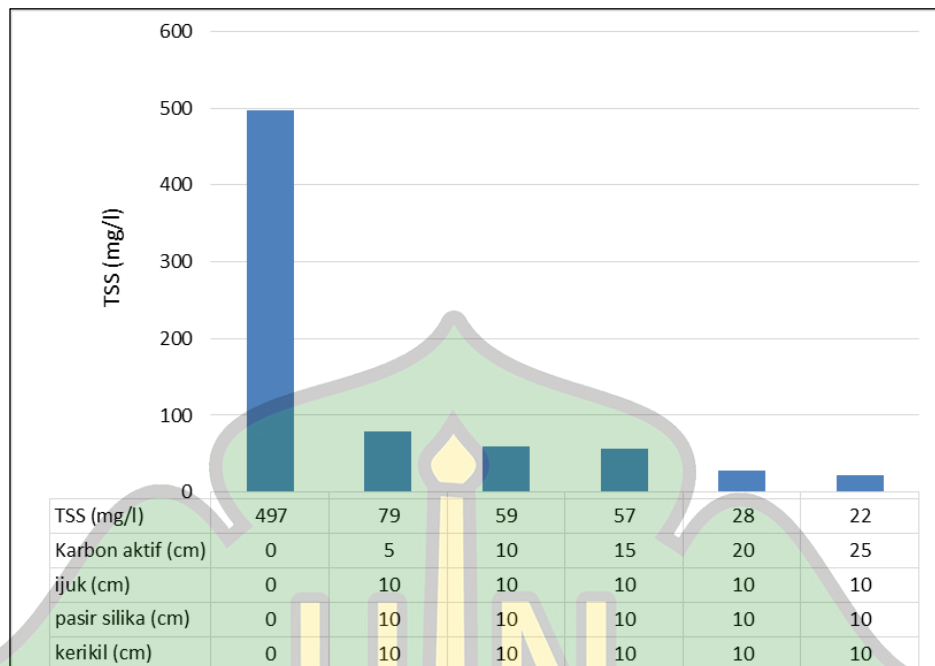
Gambar 4.3 menunjukkan hasil penurunan kadar COD pada limbah cair pencucian kendaraan hingga di bawah baku mutu yang sesuai berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, yaitu dengan batas baku mutu COD yang dibolehkan adalah 100 mg/L. COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk menguraikan senyawa-senyawa organik di dalam air secara kimiawi. Tingginya kadar COD pada limbah cair pencucian kendaraan disebabkan adanya bahan-bahan kimia yang terkandung dalam deterjen atau surfaktan anionik dan minyak dari pencucian kendaraan.

Gambar 4.3 juga menunjukkan penurunan kadar COD limbah cair pencucian kendaraan yang baik pada setiap variasi ketebalan media. Hal ini menunjukkan ketebalan media cukup berpengaruh dalam menghasilkan pengolahan yang lebih baik. Hasil analisis data menggunakan regresi linier sederhana yaitu untuk mengetahui pengaruh ketebalan media terhadap penurunan

parameter COD. Keluaran nilai hasil uji pengaruh ketebalan media terhadap COD adalah $0,038 < \text{probabilitas } 0,05$, yang berarti adanya pengaruh ketebalan media terhadap parameter COD. Pada variasi kelima yaitu dengan ketebalan kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm dan karbon aktif 25 cm terjadi penurunan yang signifikan. Pada variasi ini memiliki efektivitas degradasi mencapai 96,80%. Hal tersebut dikarenakan semakin tebal media yang digunakan semakin baik pula nilai konsentrasi COD yang dihasilkan. Terutama pada karbon aktif memiliki daya serap yang cukup besar yaitu dari 25% sampai 100%. Karbon aktif juga memiliki kemampuan untuk mereduksi air limbah dengan kapasitas dan daya serap yang besar (Nurhaliq dkk., 2022).

3. Parameter TSS (*Total Suspended Solid*)

Total Suspended Solid (TSS) merupakan residu dari padatan yang tertahan atau melayang dalam suatu cairan atau larutan. Nilai kadar TSS yang tinggi dapat menyebabkan terhambatnya penembusan cahaya menuju air limbah (Arief dkk., 2016). Berdasarkan hasil filtrasi yang telah dilakukan dapat dilihat penurunan nilai kadar TSS pada Tabel 4.1. Hasil uji nilai kadar TSS awal adalah sebesar 497 mg/L. Sedangkan setelah dilakukannya pengolahan secara filtrasi didapatkan hasil kadar TSS yang berbeda sesuai dengan ketebalan media filtrasi yang digunakan. Adapun urutan media filter digunakan yaitu ketika air dimasukkan ke dalam alat filtrasi dari bawah ke atas, karbon aktif berada pada urutan paling atas, sehingga air limbah yang melewati kerikil, ijuk dan pasir mempunyai kesempatan memfilter air limbah lebih lama dengan partikel-partikel yang lebih besar terlebih dahulu, maka ketika air limbah melewati media karbon aktif dapat menghasilkan air yang lebih jernih dengan waktu filtrasi yang lebih cepat dikarenakan partikel yang lebih besar telah tertahan oleh media kerikil, ijuk dan pasir silika (Sulianto dkk., 2020). Urutan media filter merupakan satu hal yang paling penting diperhatikan, karena apabila media filter tidak diurutkan secara tepat, maka akan menghambat kinerja dan hasil filtrasi.



Gambar 4.4 Grafik Penurunan Kadar TSS terhadap Variasi Ketebalan Media Filter

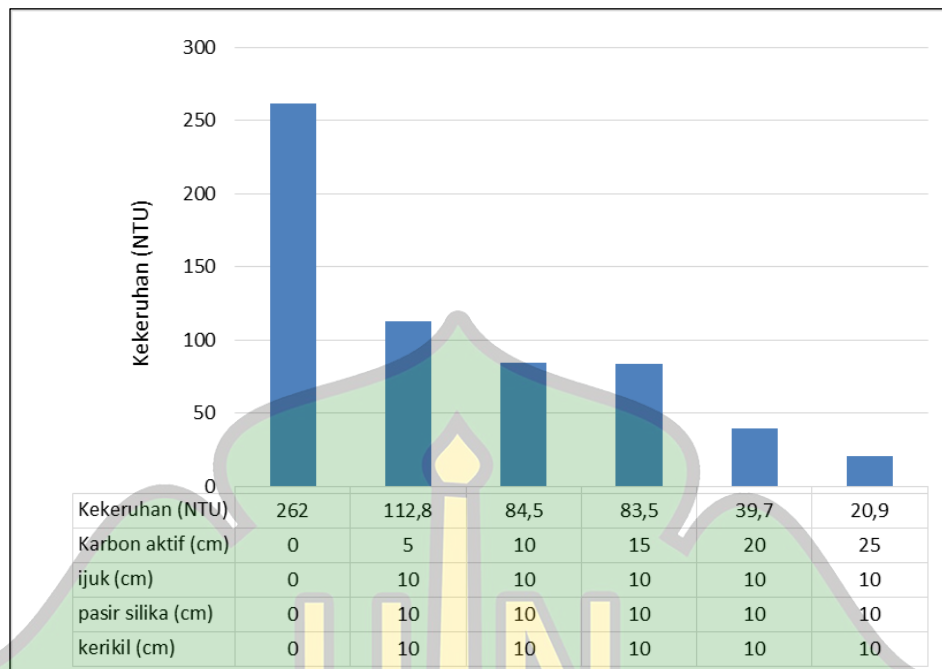
Gambar 4.4 menunjukkan nilai TSS awal limbah cair tempat pencucian kendaraan melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, yaitu dengan batas baku mutu TSS yang dibolehkan adalah 30 mg/L. Setelah dilakukannya pengolahan TSS menurun hingga di bawah baku mutu yang ditetapkan. TSS merupakan padatan yang tidak dapat larut yang membuat kekeruhan pada air, tingginya nilai TSS pada limbah cair pencucian kendaraan disebabkan oleh sisa kotoran atau lumpur dari kendaraan yang telah dicuci (Wirman dkk., 2019).

Berdasarkan Tabel 4.2 hasil analisis regresi linier sederhana menunjukkan bahwa *output* nilai signifikan yang diperoleh dari variasi ketebalan media yaitu $0,006 < 0,05$. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh ketebalan media terhadap penurunan parameter TSS, karena semakin tebal media filtrasi yang digunakan maka semakin luas permukaan pengikat kontaminan, sehingga jarak tempuh juga semakin lama dan dapat menghasilkan pengolahan yang maksimal. Penurunan kadar TSS terjadi secara merata di setiap variasi ketebalan media filter dengan

rata-rata penurunan pada variasi pertama mencapai 79 mg/L, variasi kedua 59 mg/L, variasi ketiga 57 mg/L, variasi keempat 28 mg/L dan variasi kelima 22 mg/L. Jadi, dapat diketahui bahwa pada variasi kelima dengan ketebalan kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm dan karbon aktif 10 cm dapat menurunkan kadar TSS mencapai 22 mg/L dengan efektivitas degradasi mencapai 95,57%. Sehingga semakin tebal media filter yang digunakan, maka semakin baik pula penurunan kadar TSS yang dihasilkan.

4. Parameter Kekeruhan

Hasil analisis parameter kekeruhan dapat dilihat pada Tabel 4.1. Hasil uji kekeruhan sebelum perlakuan adalah 262 NTU, sedangkan setelah perlakuan hasil kekeruhan didapatkan hasil yang berbeda sesuai dengan ketebalan media filtrasi yang digunakan. Filtrasi terbukti dapat memberikan pengaruh yang signifikan dalam menurunkan kadar kekeruhan mencapai 90% apabila dibandingkan dengan sampel air limbah sebelum pengolahan. Tingginya kadar kekeruhan disebabkan oleh adanya padatan yang tersuspensi, seperti lumpur, zat organik, lempung, plankton dan zat-zat halus lainnya. Kekeruhan juga berhubungan dengan banyaknya jumlah padatan tersuspensi, apabila semakin banyak padatan tersuspensi, maka semakin tinggi penyisihan kekeruhannya (Pramusinto dan Suryono, 2016). Penurunan kekeruhan disebabkan oleh jenis media yang digunakan seperti kerikil yang berfungsi sebagai celah agar air dapat mengalir melalui lubang bawah, sehingga dapat menyaring kotoran-kotoran kasar dan zat pencemar lainnya (Fajri dkk., 2017).



Gambar 4.5 Grafik Penurunan Kadar Kekeruhan terhadap Variasi Ketebalan Media Filter

Gambar 4.5 menunjukkan hasil analisis penurunan parameter kekeruhan limbah cair pencucian kendaraan berdasarkan variasi ketebalan media filter. Hasil uji kekeruhan awal yaitu sebesar 262 NTU. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017 Tentang Baku Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum baku mutu untuk nilai konsentrasi kekeruhan yang diperbolehkan adalah 25 NTU. Peraturan tersebut digunakan karena belum ada peraturan terkait parameter kekeruhan untuk air limbah. Sehingga dapat diketahui bahwa hasil pengolahan air limbah pencucian kendaraan tersebut telah memenuhi baku mutu.

Gambar 4.5 juga menunjukkan bahwa penurunan nilai kadar kekeruhan terjadi secara merata di setiap variasi ketebalan media filter dengan rata-rata penurunan pada variasi pertama sebesar 112,8 NTU, variasi kedua sebesar 84,5 NTU, variasi ketiga sebesar 83,5 NTU, variasi keempat sebesar 39,7 NTU dan variasi kelima sebesar 20,9 NTU. Sehingga dapat diketahui bahwa penurunan

yang paling efektif terjadi pada variasi kelima dengan ketebalan media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm dan karbon aktif 10 cm dengan persentase efektivitas degradasi mencapai 92,02%. Hasil analisis data menggunakan regresi linier sederhana dilakukan untuk mengetahui pengaruh ketebalan media terhadap penurunan parameter kekeruhan. Keluaran nilai hasil uji regresi linier sederhana tersebut terhadap penurunan kekeruhan adalah $0,006 < 0,05$, yang berarti bahwa adanya pengaruh antara ketebalan media terhadap penurunan kekeruhan. Hal tersebut juga dikarenakan semakin tebal media yang digunakan semakin baik pula penurunan kadar kekeruhan yang dihasilkan. Terutama pada pasir silika yang memiliki tingkat porositas yang tinggi dan luas permukaan yang lebar, maka akan menghasilkan tingkat kemampuan penyaringan yang tinggi pula dan mampu mengolah air kotor menjadi air bersih (Mahyuddin dan Nursetiawan, 2016).

4.2.2 Perencanaan Desain Alat Filtrasi Multimedia Aliran *Upflow*

Perencanaan desain alat filtrasi multimedia menggunakan aliran *upflow* dapat diterapkan di tempat pencucian kendaraan atau sering dikenal dengan *doorsmeer* berfungsi untuk mengolah air limbah pencucian kendaraan menjadi air bersih yang dapat digunakan kembali (*Reuse*). Rancangan ini memudahkan masyarakat apabila ingin menerapkan sistem *reuse* pada air sisa pencucian kendaraan. Alat filtrasi yang didesain beracuan pada reaktor filtrasi multimedia dengan aliran *upflow* yang telah dibuat pada penelitian ini. Desain yang dibuat menganut sistem gaya gravitasi, akan tetapi sistem kinerja alir dibuat melalui sistem dimana pipa yang didesain masuk melalui media filter bagian bawah dengan outlet di bagian atas (Rosdiana dkk., 2022). Desain ini merupakan rancangan sederhana dengan alat dan bahan yang mudah didapatkan. Alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Alat dan Bahan Rencana Desain Filtrasi *Upflow*

No.	Alat dan Bahan	Keterangan
1.	Pipa PVC 8 inci	Mendistribusikan/menyalurkan air kotor/bersih
2.	Pipa PVC ½ inci	Mendistribusikan/menyalurkan air kotor/bersih
3.	Elbow pipa ½ inci	Penyambung antar pipa
4.	Semen	Bahan dasar membuat bak
5.	Pasir halus	Campuran bahan membuat bak
6.	Batu kecil (kerikil)	Campuran bahan membuat bak
7.	Kerikil	Menyerap kontaminan
8.	Ijuk	Menyerap kontaminan
9.	Pasir silika	Menyerap kontaminan
10.	Karbon Aktif	Menyerap kontaminan

Menurut (Mubin dkk., 2016) dalam merencanakan alat filtrasi multimedia aliran *upflow* diawali dengan mengetahui debit buangan air limbah pencucian kendaraan yang dihasilkan oleh usaha pencucian kendaraan tersebut, sebagai acuan dalam menentukan dimensi bak pengolahan air limbah yang akan direncanakan. Penggunaan air untuk mencuci satu kendaraan pada umumnya adalah sebanyak 160 liter (Apinino, 2017). Berdasarkan survei di lapangan diketahui jumlah kendaraan yang masuk per harinya adalah 30 mobil, maka total limbah cair yang dihasilkan usaha pencucian kendaraan per hari adalah 4.800 liter/hari. Untuk pengolahan air limbah pencucian kendaraan digunakan bak penampung air limbah yang terbuat dari beton dengan bentuk kubus untuk menampung air limbah tersebut sebelum pengolahan, unit filtrasi *upflow* terbuat dari pipa PVC 8 inci sebanyak 12 buah dengan menggunakan beberapa media filter seperti kerikil, ijuk, pasir silika dan karbon aktif dan bak penampung akhir yang terbuat dari beton untuk menampung air limbah yang telah diolah.

Bak penampung air limbah digunakan bahan utama dari semen dengan campuran pasir halus dan batu kerikil atau disebut dengan beton. Semen yang memiliki ketahanan cuaca yang tinggi, mampu menutupi pori dengan baik dan mudah didapatkan. Bak tersebut dirancang dengan kapasitas 5.000 liter dengan dimensi bak 5 m³. Ukuran ini dirancang berdasarkan kapasitas pengolahan yang dibutuhkan per harinya adalah 4.368 liter, maka demikian dirancang bak

penampung air limbah dengan kapasitas 5.000 liter sehingga dapat menampung air limbah per harinya.

Unit filtrasi *upflow* untuk mengolah air limbah digunakan pipa PVC ukuran 8 inci. Pemilihan pipa ini karena memiliki keunggulan yaitu material pipa yang ringan, pemasangannya mudah dan harganya terjangkau. Media filtrasi yang digunakan adalah kerikil, ijuk, pasir silika dengan tinggi masing-masing 10 cm dan karbon aktif dengan tinggi 25 cm. Ukuran media tersebut beracuan dengan tinggi media yang digunakan pada penelitian filtrasi *upflow* skala kecil ini. Pada penelitian yang telah dilakukan digunakan pipa PVC 4 inci dengan tinggi 60 cm dan ketebalan media 50 cm, sedangkan perencanaan desain ini digunakan pipa PVC ukuran 8 inci dengan tinggi 60 cm dan ketebalan media 50 cm. Hal ini bertujuan untuk memperluas permukaan unit filtrasi agar mempercepat laju aliran air limbah, sehingga menghasilkan debit yang lebih besar. Hal ini sesuai dengan ketentuan persamaan sebagai berikut:

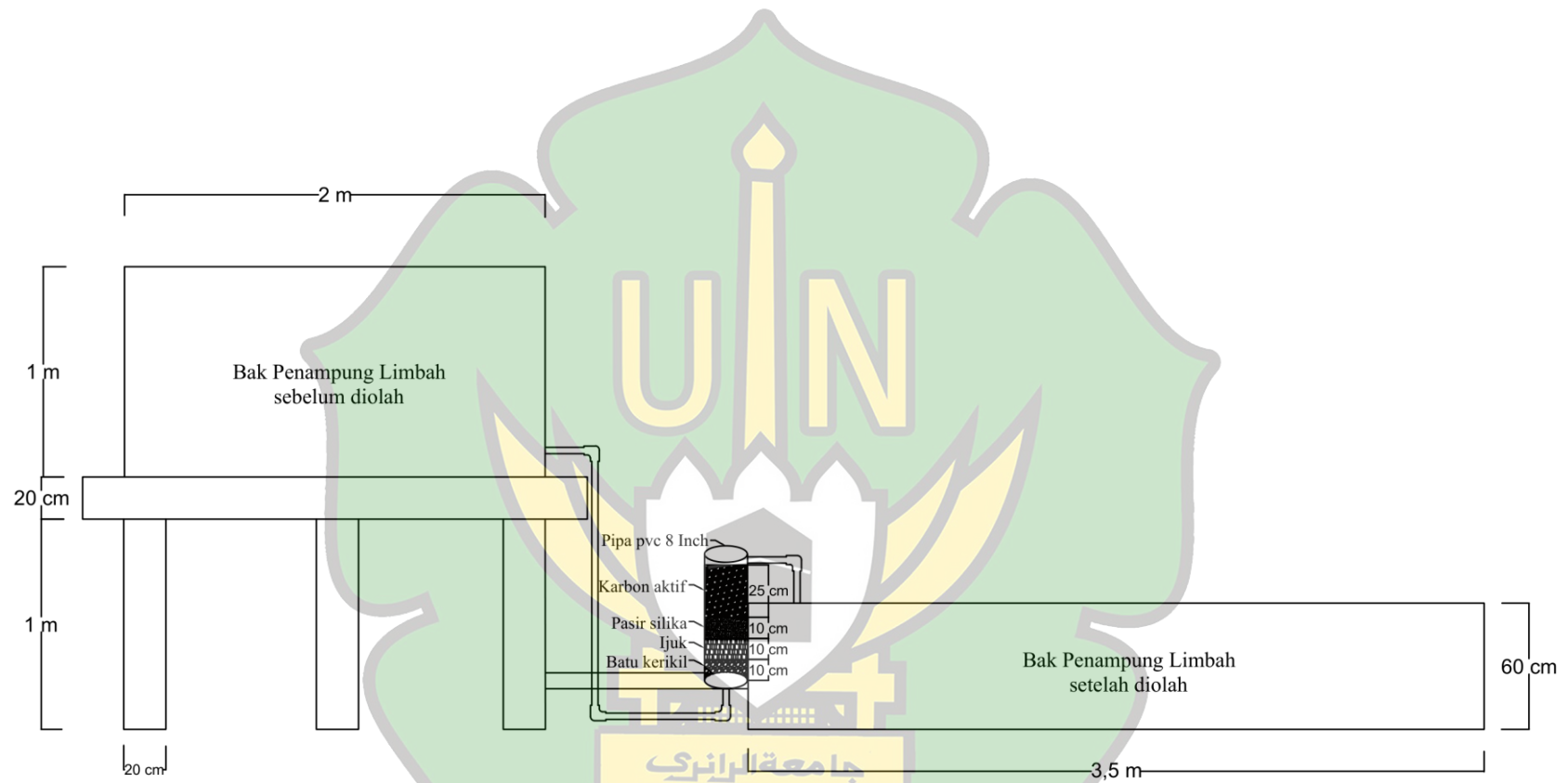
$$Q = A.v \quad (4.1)$$

dengan A adalah luas penampang dan v adalah kecepatan aliran. Jadi, apabila kecepatan sama dan luas penampang dibesarkan, maka akan menghasilkan debit yang besar pula. Pada pengolahan air limbah dengan menggunakan pipa 4 inci menghasilkan debit aliran air 10 liter/2.582 detik (43,02 menit), maka apabila menggunakan pipa 8 inci dapat menghasilkan volume yang lebih besar dan juga debit air yang besar. Pipa 8 inci digunakan sebanyak 12 buah agar dapat mengolah air limbah lebih banyak secara kontinu.

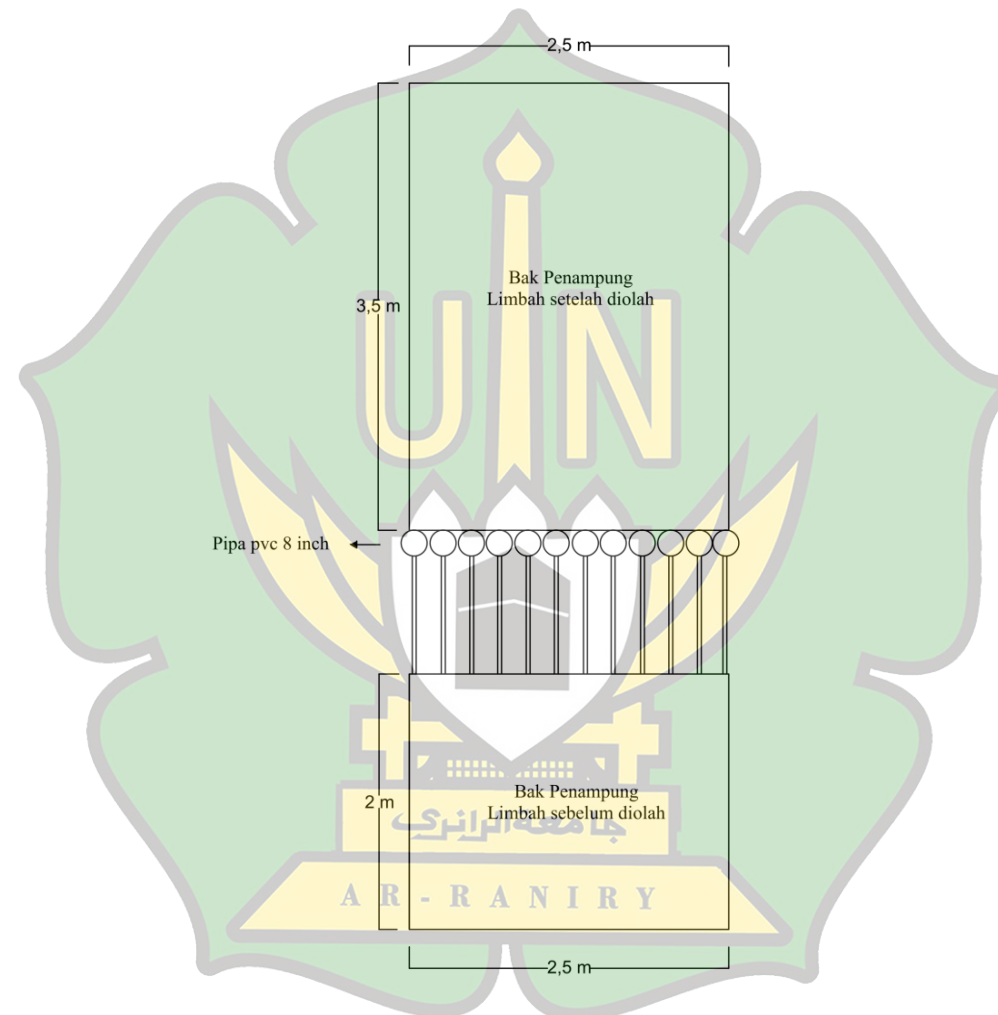
Bak penampung air limbah yang sudah diolah juga menggunakan bahan dari semen seperti bak penampung air limbah sebelum diolah. Akan tetapi, ukuran bak dirancang lebih besar dari bak penampung air limbah sebelum pengolahan, yaitu dengan kapasitas 5.250 liter dan ukuran dimensi bak 5,25 m³. Ukuran ini dirancang dengan kapasitas lebih besar dari kapasitas pengolahan yang dibutuhkan per harinya yaitu 4.368 liter agar dapat menampung air limbah lebih banyak. Gambar perencanaan desain saringan filtrasi multimedia menggunakan aliran *upflow* dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7. Perhitungan

perencanaan untuk mendesain alat filtrasi multimedia menggunakan aliran *upflow* dapat dilihat pada Lampiran 4.





Gambar 4.6 Perencanaan Desain Tampak Samping Filtrasi Multimedia Aliran *Upflow*



Gambar 4.7 Perencanaan Desain Tampak Atas Filtrasi Multimedia Aliran *Upflow*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian adalah:

1. Penggunaan metode filtrasi multimedia menggunakan aliran *upflow* efektif terhadap penurunan serta degradasi dari limbah cair tempat pencucian kendaraan. Nilai perubahan pH menjadi 7,8, efektivitas degradasi nilai COD mencapai 96,80%, degradasi kadar TSS mencapai 95,57% dan degradasi nilai kekeruhan mencapai 92,02%.
2. Ketebalan media filter mempengaruhi efektivitas filtrasi. Nilai efektivitas proses degradasi COD mencapai 96,80%, degradasi kadar TSS mencapai 95,57% dan degradasi nilai kekeruhan mencapai 92,02%.
3. Perencanaan desain filtrasi multimedia menggunakan aliran *upflow* dirancang berdasarkan limbah cair harian yang dihasilkan dari *doorsmeer* dengan dimensi bak penampung inlet 5 m³, unit pengolahan filtrasi *upflow* menggunakan pipa 8 inci sebanyak 12 buah dengan tinggi 60 cm dan dimensi bak penampung outlet adalah 5,25 m³.

5.2 Saran

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

1. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengolahan limbah cair pencucian kendaraan menggunakan sistem filtrasi *upflow* dengan pemanfaatan media filtrasi lain.
2. Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan memvariasikan ketebalan yang berbeda serta desain reaktor filtrasi dengan permukaan yang lebih luas.
3. Untuk penelitian selanjutnya terkait penyisihan limbah cair tempat pencucian kendaraan, sebaiknya dilakukan penambahan parameter lain yang belum diuji pada penelitian ini, yaitu seperti BOD, *total coliform*, minyak dan lemak.

4. Perlu dilakukan pengujian dalam skala *pilot project* untuk melihat efektivitas rencana desain filtrasi multimedia *upflow* terhadap pengolahan limbah pencucian kendaraan menjadi air bersih.



DAFTAR PUSTAKA

- Abfertiawan, M. S. (2019). Studi Kondisi Eksisting Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik Setempat di Kota Denpasar. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3), 443-451.
- Alqadri, E., dan Agung, T. (2021). Pengelolaan Limbah Cair Jasa Pencucian Kendaraan dengan Metode Elektrokoagulasi. *Jurnal Envirous*, 2(1), 129–135.
- Aprinino, R. (2017). Cuci Mobil ala Nissan Bisa Hemat Jutaan Liter Air. *Liputan* 6, 1–2.
- Arief, S., Stiadi, Y., dan Rizal, R. (2016). *Synthesis of Magnetic Nanoparticles of $TiO_2-NiFe_2O_4$: Characterization and Photocatalytic Activity on Degradation of Rhodamine B*. 12(3), 229-234.
- Artiyani, A., dan Firmansyah, N. H. (2016). Kemampuan Filtrasi *Upflow* Pengolahan Filtrasi *Upflow* dengan Media Pasir Zeolit dan Arang Aktif dalam Menurunkan Kadar Fosfat dan Deterjen Air Limbah Domestik. *Industri Inovatif*, 6(1), 8–15.
- Asadiya, A., dan Karmaningroem, N. (2018). Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Proses Aerasi, Pengendapan dan Filtrasi Media Zeolit-Arang Aktif. *Jurnal Teknik ITS*, 7(1), 18–22.
- Atima, W. (2015). BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biology Science and Education*, 4(1), 83–93.
- Azmi, Z., Saniman, dan Ishak. (2016). Sistem Penghitung pH Air pada Tambak Ikan Berbasis Mikrokontroller. *Jurnal Saintikom*, 15(2), 101–108.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. (2022). *Statistik Indonesia (Statistical Yearbook of Indonesia) 2022*. Badan Pusat Statistik: Jakarta.
- Badan Pusat Statistik Kota Banda Aceh. (2022). *Provinsi Aceh dalam Angka 2022*. Badan Pusat Statistik: Banda Aceh.
- Bhirawa, W. T. (2015). Proses Pengolahan Data Dari Model Persamaan Regresi Dengan Menggunakan *Statistical Product and Service Solution (SPSS)*. *Jurnal Mitra Manajemen*, 7(1), 71–83.
- Cahya Norma Istimewa, M., Sudiro, dan Hendriarianti, E. (2022). Penjernihan Air Baku Kali Lamong Menggunakan Metode Filtrasi *Upflow* (Kali Lamong Raw Water Cleaning Using *Upflow Filtration Method*). *Jurnal Enviro*, 1(1), 1–6.
- Fajri, M. N., Handayani, Y. L., dan Sutikno, S. (2017). Efektifitas Rapid Sand

- Filter Untuk Meningkatkan Kualitas Air Daerah Gambut di Provinsi Riau. *Jurnal Teknik*, 4(1), 1–9.
- García-Ávila, F., Zhindón-Arévalo, C., Álvarez- Ochoa, R., Donoso-Moscoso, S., Tonon-Ordoñez, M. D., dan Flores del Pino, L. (2020). Optimization of water use in a rapid filtration system: A case study. *Water-Energy Nexus*, 3, 1–10.
- Harahap, M. R., Amanda, L. D., dan Matondang, A. H. (2020). Analisis Kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan TSS (*Total Suspended Solid*) Pada Limbah Cair dengan Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. *Amina*, 2(2), 79–83.
- Hidayah, N. (2016). Pemanfaatan Senyawa Metabolit Sekunder Tanaman (Tanin dan Saponin) dalam Mengurangi Emisi Metan Ternak Ruminansia. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, 11(2), 89–98.
- Hidayat, G. N., Hidayat, M., dan Cahyono, R. B. (2019). Pengolahan Limbah Cair Carwash dengan Proses Filtrasi dan Adsorpsi Menggunakan Arang dan Arang Aktif. *Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri*, 2(1), 237–240.
- Imron, I., Sriyani, N., Dermiyati, D., Suroso, E., dan Yuwono, S. B. (2019). Perbaikan Kualitas Air Limbah Domestik dengan Fitoremediasi Menggunakan Kombinasi Beberapa Gulma Air: Studi Kasus Kolam Retensi Talang Aman Kota Palembang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 51–60.
- Izaak, A., dan Wijaya, F. (2020). Analisis Pengaruh Jenis dan Ukuran Pasir Filter Pada Pengolahan Kualitas Air. Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah: Makassar.
- Jiyah, Sudarsono, B., dan Sukmono, A. (2017). Studi Distribusi *Total Suspended Solid* (TSS) di Perairan Pantai Kabupaten Demak Menggunakan Citra Landsat. *Jurnal Geodesi Undip*, 6(1), 41–47.
- Khuluk, R. H. (2016). Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa (*Cocous nucifera* L.) sebagai Adsorben Warna dan Metilen Biru. Program Studi Kimia, Fakultas MIPA. Universitas Lampung: Bandar Lampung.
- Kustiyaningsih, E., dan Irawanto, R. (2020). Pengukuran *Total Dissolved Solid* (TDS) dalam Fitoremediasi Deterjen dengan Tumbuhan *Sagittaria lancifolia*. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 7(1), 143–148.
- Kusumawardani, Y., Subekti, S., dan Soehartono. (2019). Potensi dan Pengaruh Batang Pisang Sebagai Media Filter Pada Pengolahan Air Limbah Pencucian Kendaraan Bermotor. *Jurnal Presipitasi*, 16(3), 196–204.
- Ma'ruf, M., Subagyo, R., Isworo, H., Ghofur, A., Candra, M. I., dan Rusdieanoor,

- M. (2021). Studi Simulasi Filtrasi Pada Formasi Tiga Jenis Ukuran Membran Berbeda dengan Variasi Kecepatan dan Tekanan. *Elemen : Jurnal Teknik Mesin*, 8(1), 8–15.
- Mahyuddin, B., dan Nursetiawan. (2016). *Analisis Kualitas Air dengan Filtrasi Menggunakan Pasir Silika sebagai Media Filter (dengan Parameter Fe, pH, dan Kadar Lumpur)*. Universitas Muhammadiyah: Yogyakarta.
- Mifbakhuddin. (2010). Pengaruh Ketebalan Karbon Aktif sebagai Media Filter Terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artesis. *Jurnal Eksplanasi*, 5(2), 68–78.
- Mona, M., Kekenusa, J., dan Prang, J. (2015). Penggunaan Regresi Linear Berganda untuk Menganalisis Pendapatan Petani Kelapa. Studi Kasus: Petani Kelapa Di Desa Beo, Kecamatan Beo Kabupaten Talaud. *D'Cartesian: Jurnal Matematika dan Aplikasi*, 4(2), 196–203.
- Mubin, F., Binilang, A., dan dkk. (2016). Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Istiqlal Kota Manado. *Sipil Statistik*, 4(3), 211–223.
- Muliyadi, M., dan Sowohy, I. S. (2020). Perbandingan Efektifitas Metode Elektrokoagulasi dan Destilasi Terhadap Penurunan Beban Pencemar Fisik Pada Air Limbah Domestik. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 19(1), 45–50.
- Muliyana, R. (2019). *Upaya Penurunan Kadar Logam Berat Air Menggunakan Metode Elektrokoagulasi untuk Menghasilkan Air Bersih*. Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sumatera Utara: Medan.
- Nasihah, M., Saraswati, A. A., dan Najah, S. (2018). Uji Pengolahan Limbah Cair Domestik Melalui Metode Koagulasi-Flokulasi dan Fitoremediasi dengan Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes L.*). *Jurnal Envscience*, 2(2), 76–79.
- Ningrum, S. V. (2020). Penggunaan Media Filter Pasir Silika dan Karbon Aktif Untuk Menurunkan Kekeruhan, TDS, Kesadahan dan Besi Pada Reaktor Filter [Universitas Pelita Bangsa]. In *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- Novia, A. A., Nadesya, A., Harliyanti, D. J., Ammar, M., dan Arbaningrum, R. (2019). Alat Pengolahan Air Baku Sederhana Dengan Sistem Filtrasi. *Widyakala Journal*, 6(1), 12-20.
- Nurhaliq, D. F., Rahman, dan Hidayat. (2022). Efektivitas Karbon Aktif dalam Menurunkan Konsentrasi COD pada Limbah Cair RSUD Massenrempulu Kabupaten Enrekang. *Window of Public Health Journal*, 2(6), 1853–1860.
- Pramusinto, K., dan Suryono, S. (2016). Sistem Monitoring Kekeruhan Air

- Menggunakan Jaringan *Wireless Sensor System* Berbasis Web. *Youngster Physics Journal*, 5(4), 203–210.
- Prasetyo, R. I., Mashadi, A., dan Amin, M. (2018). Pengaruh Filtrasi dengan Metode Upflow terhadap Kekeruhan, Besi (Fe) dan Derajat Keasaman (pH). *World of Civil and Environmental Engineering*, 1(1), 9–13.
- Pratama, Y., Juhana, S., dan Yuliatmo, R. (2021). Metode Filtrasi Menggunakan Media Arang Aktif, Zeolit dan Pasir Silika untuk Menurunkan Amonia Total (N-NH₃) dan Sulfida (S²⁻) Pada Air Limbah Outlet Industri Penyamakan Kulit. *Jurnal Majalah Kulit Politeknik ATK Yogyakarta*, 20(1), 39–52.
- Prihatiningsih, B., Kusuma, Z., Suharyanto, A., dan Leksono, A. S. (2019). Prediction Spatial Model of Domestic Liquid Waste Distribution in Sawojajar Village, Malang City of Indonesia. *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding*, 6(5), 186–194.
- Pungus, M., Palilingan, S. C., dan Tumimomor, F. (2019). Penurunan Kadar BOD dan COD dalam Limbah Cair Laundry Menggunakan Kombinasi Adsorben Alam sebagai Media Filtrasi. *Fullerene Journal of Chemistry*, 4(2), 54–60.
- Puspita, R. D., Maryani, Y., dan Kosimaningrum, W. E. (2021). Pengolahan Limbah Domestik dengan Kombinasi Metode Filtrasi Arang Aktif-Sabut Kelapa dan Adsorpsi Biji Kelor. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan Ke-III*, 3(1), 147–156.
- Rachmansyah, F., Utomo, S. B., dan Sumardi. (2014). Perancangan dan Penerapan Alat Ukur Kekeruhan Air Menggunakan Metode Nefelometrik Pada Instalasi Pengolahan Air Dengan *Multi Media Card* (MMC) sebagai Media Penyimpanan (Studi Kasus di PDAM Jember). *Jurnal Berkala Saintek*, 2(1), 17–21.
- Rahmawati, Anis. (2013). *Penurunan Kandungan Mangan (Mn) Dari Dalam Air Menggunakan Metode Filtrasi*. Universitas Sebelas Maret.
- Rahmawati, Anita, dan Warsito. (2020). Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) untuk Menghasilkan Air Bersih di Perumahan Green Tombro Kota Malang. *Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 4(1), 1–8.
- Rohman, T. (2018). *Pengaruh Kepemimpinan dan Motivasi Kerja Terhadap Kinerja Karyawan di BPR Artahuda Mandiri Margoyoso Pati*. Prodi Ilmu Ekonomi dan Bisnis Islam, Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam. Universitas Islam Negeri Walisongo: Semarang.
- Ronny, dan Saleh, M. (2018). Penurunan Kadar COD dengan Metode Filtrasi Multimedia Filter pada Air Limbah Laundry. *Jurnal Penelitian*, 4(1), 51.
- Rosdiana, R., Fatusman, M. B., Siharis, A. amin, Ndibale, W., Assidieq, M.,

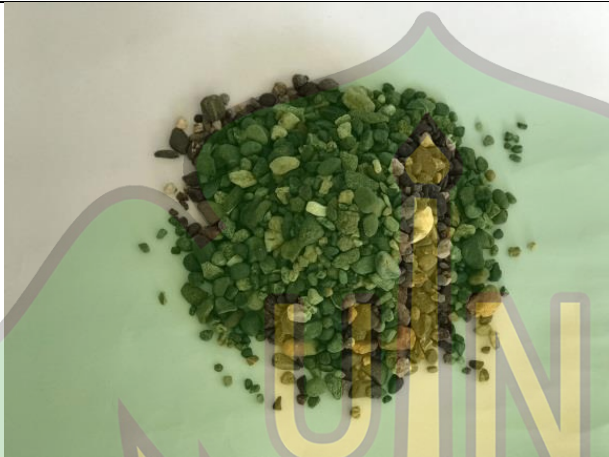
- Ilham, I., Susianti, B., dan Wibowo, D. (2022). Desain Alat Filtrasi Sederhana Sistem *Upflow*, Variasi Bahan Filtrasi, dan Pengaruhnya terhadap Penurunan Logam Besi dan Mangan. *Al-Ard : Jurnal Teknik Lingkungan*, 7(2), 76–84.
- Rusdi, dan Wardalia. (2016). Pengolahan Limbah Jasa Pencucian Kendaraan dengan Metode Koagulasi-Flokulasi. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*, 1(1), 1–5.
- Sadaruddin, dan Nour, P. A. (2020). *Analisis Kinerja Filter Upflow-Downflow untuk Pengolahan Limbah Cair*. Program Studi Teknik Pengairan, Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah: Makassar.
- Setiawan, A., dan 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.
- SNI 06-6989.11-2004. (2004). *Air dan Air Limbah-Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan Alat pH Meter*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 06-6989.3-2004. (2004). *Air dan Air Limbah-Bagian 3: Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solid, TSS) secara Gravimetri*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 06-6989.25-2005. (2005). *Air dan Air Limbah-Bagian 25: Cara Uji Kekeruhan dengan Nefelometer*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 6989.59.2008. (2008). *Air dan Air Limbah-Bagian 59: Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah*. Badan Standardisasi Nasional.
- SNI 6989.2.2009. (2009). *Air dan Air Limbah-Bagian 2: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxygen Demand/COD) dengan Refluks Tertutup secara Spektrofotometri*. Badan Standardisasi Nasional.
- Sulianto, A. A., Aji, A. D. S., dan Alkahi, M. F. (2020). Rancang Bangun Unit Filtrasi Air Tanah untuk Menurunkan Kekeruhan dan Kadar Mangan dengan Aliran *Upflow*. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(2), 72–80.
- Sulianto, A. A., Kurniati, E., dan Hapsari, A. A. (2019). Perancangan Unit Filtrasi untuk Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Sistem *Downflow*. *Design of Domestic Waste Filtration Unit with Downflow System*. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 6(3), 31–39.
- Sunarsih, E. (2014). Konsep Pengolahan Limbah Rumah Tangga Dalam Upaya Pencegahan Pencemaran Lingkungan. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 5(10), 162–167.

- Susanthi, D., J. Purwanto, M. Y., dan Suprihatin, S. (2018). Evaluasi Pengolahan Air Limbah Domestik dengan IPAL Komunal di Kota Bogor. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 229–238.
- Susanti, Y. (2014). *Pemanfaatan Arang Sekam Padi dan Arang Tempurung Kelapa Sebagai Media Penyaringan Air Sederhana*. Program Studi Manajemen Lingkungan. Politeknik Pertanian Negeri Samarinda: Samarinda.
- Trigunarso, S. I., Mulyono, R. A., dan Suprawihadi, R. (2019). Alat Pengolah Air Tanah Menjadi Air Bersih dengan Proses Kombinasi Aerasi- Filtrasi *Upflow* (Desain Rancang Bangun). *Jurnal Kesehatan*, 10(1), 53–60.
- Utomo, K. P., Pramadita, S., dan Saziati, O. (2018). Coco Fiber Sebagai Filter Limbah Cair Rumah Makan Cepat saji. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 1(2), 30–39.
- Wati, D. M., Asmadi, dan Hajimi. (2016). Desain Pengolahan Air Limbah Pencucian Motor dan Mobil “TM” dengan Metode Biofilter Anaerob-Aerob Menggunakan Media Batu Split. *Sanitarian*, 8(1), 85–94.
- Wirman, R. P., Wardhana, I., dan Isnaini, V. A. (2019). Kajian Tingkat Akurasi Sensor pada Rancang Bangun Alat Ukur *Total Dissolved Solid* (TDS) dan Tingkat Kekeruhan Air. *Jurnal Fisika*, 9(1), 37–46.
- Wirosoedarmo, R., Haji, A. T. S., dan Hidayati, E. A. (2016). Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Kontak Pada Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Karbon Aktif Tongkol Jagung Untuk Menurunkan BOD dan COD. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 3(2), 31–38.
- Yuliani, E. (2018). Efektivitas Biofilter Bermedia Kerikil, Pasir, Ijuk, Botol Plastik dan Kiapu (*Pistia stratiotes*) dalam Menurunkan Kadar BOD₅, COD Pada Limbah Cair Mie Basah. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 2(1), 1–9.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Tahapan Perlakuan dan Pengukuran

1.1 Tahapan Persiapan dan Perlakuan

No.	Gambar	Keterangan
1.		Media batu kerikil
2.		Media ijuk
3.		Media pasir silika

4.		Media karbon aktif
5.		Pengambilan sampel limbah cair
6.		Sampel limbah cair pencucian kendaraan

7.		Proses pengolahan limbah cair
8.		Sampel sebelum dan sesudah pengolahan

1.2 Tahapan Pengukuran pH

No.	Gambar	Keterangan
1.		Alat pH meter

2.		Proses pengukuran pH sampel
3.		Hasil pengukuran pH sampel I
4.		Hasil pengukuran pH sampel II

5.	 A digital pH meter with a black casing and a yellow display screen showing the value 08.3. It is connected to a black probe and is placed inside a black carrying case with a green foam insert.	Hasil pengukuran pH sampel III
6.	 A digital pH meter with a black casing and a yellow display screen showing the value 07.9. It is connected to a black probe and is placed inside a black carrying case with a green foam insert.	Hasil pengukuran pH sampel IV
7.	 A digital pH meter with a black casing and a yellow display screen showing the value 07.9. It is connected to a black probe and is placed inside a black carrying case with a green foam insert.	Hasil pengukuran pH sampel V

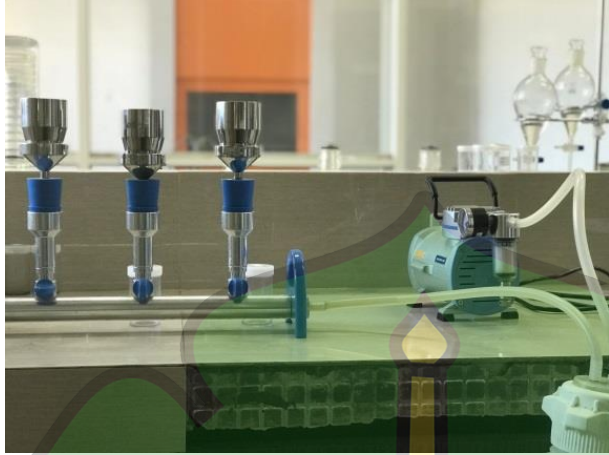
1.3 Tahapan Pengukuran COD

No.	Gambar	Keterangan
1.		COD reaktor
2.		COD meter
3.		Proses pencampuran sampel limbah cair dengan $K_2Cr_2O_7$ dan H_2SO_4

4.		Hasil campuran limbah cair dengan $K_2Cr_2O_7$ dan H_2SO_4
5.		Hasil pengukuran COD sampel I
6.		Hasil pengukuran COD sampel II

7.	 A blue Hanna HI 83214 Wastewater Treatment Photometer is shown. The LCD screen displays '8 mg/L' in large green digits, with 'Oxygen Demand, (COD) 1HR' and 'Zero' below it. The top of the screen shows '3:45:19'. The device has a control panel with buttons for ESC, LOG, HELP, METHOD, RCL, and SETUP, along with three indicator lights at the bottom.	Hasil pengukuran COD sampel III
8.	 A blue Hanna HI 83214 Wastewater Treatment Photometer is shown. The LCD screen displays '8 mg/L' in large green digits, with 'Oxygen Demand, (COD) 1HR' and 'Zero' below it. The top of the screen shows '11:42:37'. The device has a control panel with buttons for ESC, LOG, HELP, METHOD, RCL, and SETUP, along with three indicator lights at the bottom.	Hasil pengukuran COD sampel IV
9.	 A blue Hanna HI 83214 Wastewater Treatment Photometer is shown. The LCD screen displays '7 mg/L' in large green digits, with 'Oxygen Demand, (COD) 1HR' and 'Zero' below it. The top of the screen shows '11:46:58'. The device has a control panel with buttons for ESC, LOG, HELP, METHOD, RCL, and SETUP, along with three indicator lights at the bottom.	Hasil pengukuran COD sampel V

1.4 Tahapan Pengukuran TSS

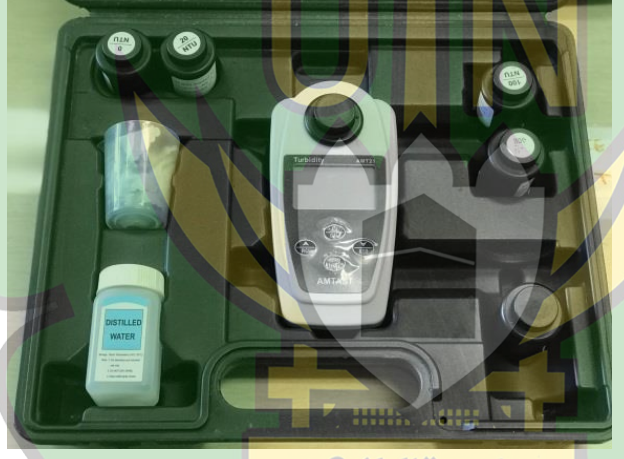
No.	Gambar	Keterangan
1.		Pompa vakum TSS
2.		Proses perlakuan TSS
3.		Pengeringan kertas saring

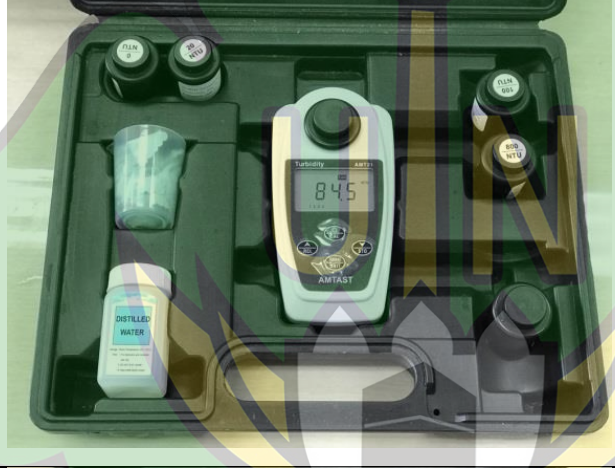
4.		Kertas saring yang sudah di oven
5.		Proses penimbangan kertas saring untuk menghitung kadar TSS
6.		Hasil pengukuran TSS sampel I

7.	 A digital scale with a white body and a green display panel. The display shows the number 0.2012. The scale is placed on a wooden surface.	Hasil pengukuran TSS sampel II
8.	 A digital scale with a white body and a green display panel. The display shows the number 0.2010. The scale is placed on a wooden surface.	Hasil pengukuran TSS sampel III
9.	 A digital scale with a white body and a green display panel. The display shows the number 0.1981. The scale is placed on a wooden surface. A watermark is visible over the image.	Hasil pengukuran TSS sampel IV

10.		Hasil pengukuran TSS sampel V
-----	--	-------------------------------

1.5 Tahapan Pengukuran Kekeruhan

No.	Gambar	Keterangan
1.		<i>Turbidity meter</i>
2.		Proses pengukuran kekeruhan

3.		Hasil pengukuran kekeruhan sampel I
4.		Hasil pengukuran kekeruhan sampel II
5.		Hasil pengukuran kekeruhan sampel III

6.		Hasil pengukuran kekeruhan sampel IV
7.		Hasil pengukuran kekeruhan sampel V

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

Lampiran 2. Perhitungan Mencari Nilai TSS

1. Perhitungan sampel awal parameter TSS

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, ml}} \\ &= \frac{(0,2450 - 0,1953) \times 1000}{0,1} \\ &= 497 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

2. Media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm, karbon aktif 5 cm

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, ml}} \\ &= \frac{(0,2032 - 0,1953) \times 1000}{0,1} \\ &= 79 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

3. Media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm, karbon aktif 10 cm

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, ml}} \\ &= \frac{(0,2012 - 0,1953) \times 1000}{0,1} \\ &= 59 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

4. Media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm, karbon aktif 15 cm

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, ml}} \\ &= \frac{(0,2010 - 0,1953) \times 1000}{0,1} \\ &= 57 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, ml}} \\ &= \frac{(0,1981 - 0,1953) \times 1000}{0,1} \\ &= 28 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

6. Media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm, karbon aktif 25 cm

$$\begin{aligned}\text{Mg TSS per liter} &= \frac{(A-B) \times 1000}{\text{Volume contoh uji, ml}} \\ &= \frac{(0,1975 - 0,1953) \times 1000}{0,1} \\ &= 22 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

Lampiran 3. Perhitungan Persentase Efektivitas Penurunan COD, TSS dan Kekeruhan Pada Limbah Cair Pencucian Kendaraan

a) Efektivitas Penurunan COD

1. Media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm, karbon aktif 5 cm

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(219,2 - 20)}{219,2} \times 100 \\ &= 90,87\%\end{aligned}$$

2. Media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm, karbon aktif 10 cm

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(219,2 - 13)}{219,2} \times 100 \\ &= 94,06\%\end{aligned}$$

3. Media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm, karbon aktif 15 cm

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(219,2 - 8)}{219,2} \times 100 \\ &= 96,35\%\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(219,2 - 8)}{219,2} \times 100 \\ &= 96,35\%\end{aligned}$$

5. Media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm, karbon aktif 25 cm

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(219,2-7)}{219,2} \times 100 \\ &= 96,80\%\end{aligned}$$

b) Efektivitas Penurunan TSS

1. Media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm, karbon aktif 5 cm

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(497-79)}{497} \times 100 \\ &= 84,10\%\end{aligned}$$

2. Media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm, karbon aktif 10 cm

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(497-59)}{497} \times 100 \\ &= 88,12\%\end{aligned}$$

3. Media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm, karbon aktif 15 cm

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(497-57)}{497} \times 100 \\ &= 88,53\%\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(497-28)}{497} \times 100 \\ &= 94,36\%\end{aligned}$$

5. Media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm, karbon aktif 25 cm

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(497-22)}{497} \times 100 \\ &= 95,57\%\end{aligned}$$

c) Efektivitas Penurunan Kekerusuhan

1. Media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm, karbon aktif 5 cm

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(262-112,8)}{262} \times 100 \\ &= 56,94\%\end{aligned}$$

2. Media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm, karbon aktif 10 cm

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(262-84,5)}{262} \times 100 \\ &= 67,74\%\end{aligned}$$

3. Media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm, karbon aktif 15 cm

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(262-83,5)}{262} \times 100 \\ &= 68,12\%\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(262-39,7)}{262} \times 100 \\ &= 84,84\%\end{aligned}$$

5. Media kerikil 10 cm, ijuk 10 cm, pasir silika 10 cm, karbon aktif 25 cm

$$\begin{aligned}\% \text{ Efektivitas} &= \frac{(x-y)}{x} \times 100 \\ &= \frac{(262-20,9)}{262} \times 100 \\ &= 92,02\%\end{aligned}$$

Lampiran 4. Perhitungan Rancangan Desain Alat Filtrasi Multimedia Menggunakan Aliran *Upflow*

a). Perhitungan Debit Air Bersih dan Air Limbah Pencucian Kendaraan per hari

- Perhitungan debit air rencana

1. Diketahui:

Jumlah kendaraan = ± 30 mobil

Penggunaan air bersih mencuci per kendaraan = 160 liter

Pertanyaan penyelesaian = $Q_{\text{air limbah}}$

$$\begin{aligned} Q_{\text{air limbah}} &= \text{Jumlah mobil/hari} \times \text{limbah cair dihasilkan per mobil} \\ &= 30 \text{ mobil/hari} \times 160 \text{ liter} \\ &= 4.800 \text{ liter/hari} \\ &= 4,8 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

2. Diketahui:

Volume air limbah (v) = 4.800 liter

Waktu jam operasional (t) = 8 jam (28.800 detik)

Pertanyaan penyelesaian = debit aliran air buangan (Q)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{v}{t} \\ &= \frac{4800 \text{ l}}{8 \text{ jam}} \\ &= \frac{4800 \text{ l}}{28.800 \text{ det}} \\ &= 0,16 \text{ liter/detik (per mobil)} \end{aligned}$$

- Perhitungan debit air eksperimen skala laboratorium

Diketahui:

Volume air limbah (v) = 10 liter (0.01 m³)

Waktu aliran (t) = 43:02 menit (2.582 detik)

Pertanyaan penyelesaian = debit aliran air (Q)

$$Q = \frac{v}{t}$$

$$= \frac{10 \text{ l}}{2582 \text{ detik}}$$

$$= \frac{0,01 \text{ m}^3}{28.800 \text{ det}}$$

$$= 0,0000038 \text{ m}^3/\text{detik}$$

- Perhitungan debit air jika memperluas penampang unit filtrasi

Diketahui:

Diameter unit filtrasi (D) = 20,32 cm

Jari-jari unit filtrasi (r) = 10,16 cm

Debit air skala laboratorium = 0,0000038 m³/detik

Pertanyaan penyelesaian = debit air (Q)

$$A = \pi r^2$$

$$= 3,14 \times 10,16^2 \text{ cm}$$

$$= 3,14 \times 103,22 \text{ cm}^2$$

$$= 324,12 \text{ cm}^2$$

$$= 0,032 \text{ m}^2$$

$$v = \frac{Q}{A}$$

$$= \frac{0,0000038 \text{ m}^3/\text{det}}{0.0032 \text{ m}^2}$$

$$= 0,00011 \text{ m/detik}$$

$$\begin{aligned}
 Q &= A \cdot v \\
 &= 0,032 \text{ m}^2 \cdot 0,00011 \text{ m/detik} \\
 &= 0,0000045 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

b). Perhitungan Volume Bak Penampung (Inlet), Unit Filtrasi dan Bak Penampung (Outlet)

1. Bak penampung inlet

Diketahui:

Panjang (p) bak penampung	= 2 m
Lebar (l) bak penampung	= 2,5 m
Tinggi (t) bak penampung	= 1 m
Pertanyaan penyelesaian	= volume bak inlet (v)

$$\begin{aligned}
 V_{\text{bak}} &= p \times l \times t \\
 &= 2 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\
 &= 5 \text{ m}^3 \\
 &= 5.000 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

2. Bak penampung outlet

Diketahui:

Panjang (p) bak penampung	= 3,5 m
Lebar (l) bak penampung	= 2,5 m
Tinggi (t) bak penampung	= 0,6 m (60 cm)
Pertanyaan penyelesaian	= volume bak outlet (v)

$$\begin{aligned}
 V_{\text{bak}} &= p \times l \times t \\
 &= 3,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \\
 &= 5,25 \text{ m}^3 \\
 &= 5.250 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

3. Unit filtrasi *upflow*

Diketahui:

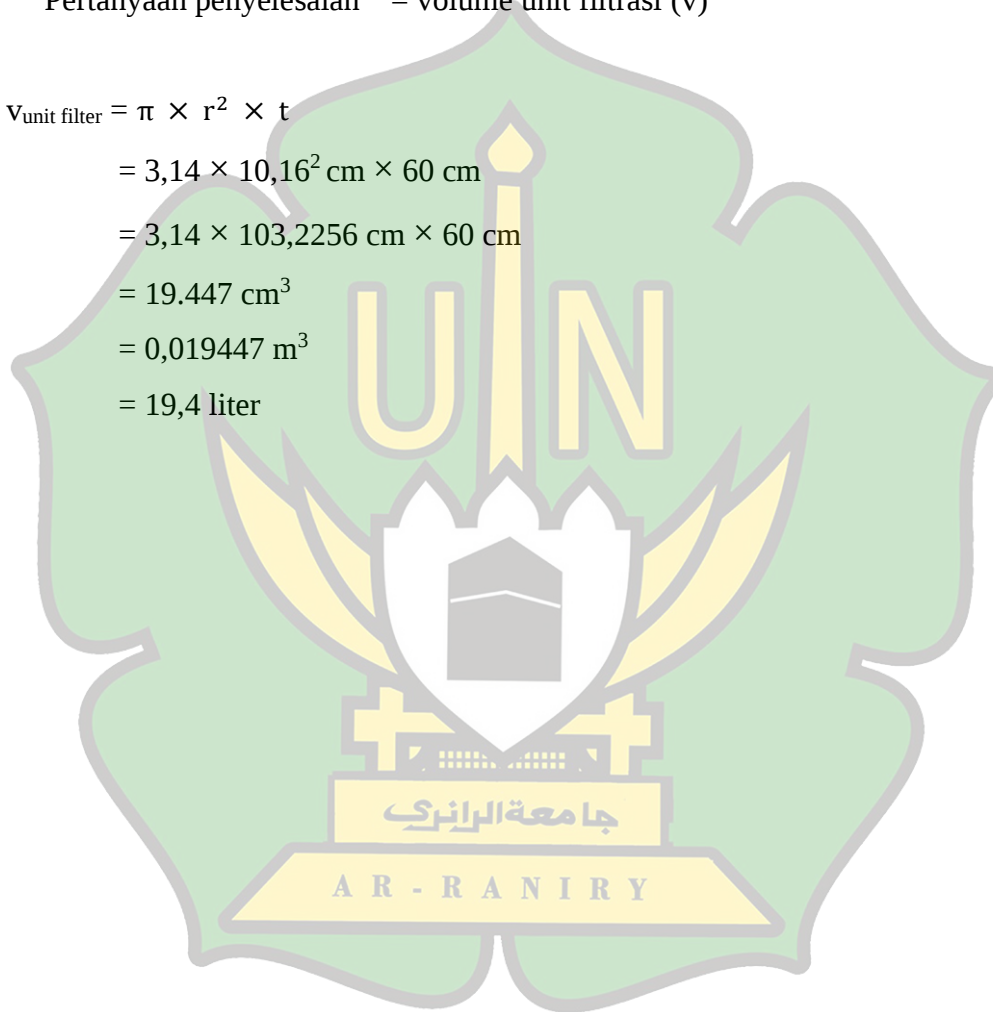
Diameter unit filtrasi (D) = 8 inch ($8 \times 2,54 = 20,32$ cm)

Jari-jari unit filtrasi (r) = 10,16 cm

Tinggi (t) = 60 cm

Pertanyaan penyelesaian = volume unit filtrasi (v)

$$\begin{aligned}
 V_{\text{unit filter}} &= \pi \times r^2 \times t \\
 &= 3,14 \times 10,16^2 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} \\
 &= 3,14 \times 103,2256 \text{ cm} \times 60 \text{ cm} \\
 &= 19.447 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,019447 \text{ m}^3 \\
 &= 19,4 \text{ liter}
 \end{aligned}$$



Lampiran 5. Hasil Analisis Regresi Linier

5.1 Regression ketebalan media terhadap pH

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ketebalan Media	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: pH

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,237 ^a	,056	-,258	,22435

a. Predictors: (Constant), Ketebalan Media

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,009	1	,009	,179	,701 ^a
	Residual	,151	3	,050		
	Total	,160	4			

a. Predictors: (Constant), Ketebalan Media

b. Dependent Variable: pH

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	8,090	,235		34,381	,000
	Ketebalan Media	-,006	,014	-,237	-,423	,701

a. Dependent Variable: pH

5.2 Regression ketebalan media terhadap COD

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ketebalan Media	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: COD (mg/L)

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,899 ^a	,809	,745	2,75076

a. Predictors: (Constant), Ketebalan Media

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	96,100	1	96,100	12,700	,038 ^a
	Residual	22,700	3	7,567		
	Total	118,800	4			

a. Predictors: (Constant), Ketebalan Media

b. Dependent Variable: COD (mg/L)

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	20,500	2,885		7,106	,006
	Ketebalan Media	-,620	,174	-,899	-3,564	,038

a. Dependent Variable: COD (mg/L)

5.3 Regression ketebalan media terhadap TSS

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ketebalan Media	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: TSS (mg/L)

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,970 ^a	,941	,922	6,62067

a. Predictors: (Constant), Ketebalan Media

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2102,500	1	2102,500	47,966	,006 ^a
	Residual	131,500	3	43,833		
	Total	2234,000	4			

a. Predictors: (Constant), Ketebalan Media

b. Dependent Variable: TSS (mg/L)

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	92,500	6,944		13,321	,001
	Ketebalan Media	-2,900	,419	-,970	-6,926	,006

a. Dependent Variable: TSS (mg/L)

5.4 Regression ketebalan media terhadap kekeruhan

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Ketebalan Media	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: Kekeruhan (NTU)

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,971 ^a	,944	,925	10,20869

a. Predictors: (Constant), Ketebalan Media

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5225,796	1	5225,796	50,143	,006 ^a
	Residual	312,652	3	104,217		
	Total	5538,448	4			

a. Predictors: (Constant), Ketebalan Media

b. Dependent Variable: Kekeruhan (NTU)

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	136,860	10,707		12,782	,001
	Ketebalan Media	-4,572	,646	-,971	-7,081	,006

a. Dependent Variable: Kekeruhan (NTU)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Delvi Febrilla Tiska dilahirkan di Kota Banda Aceh, Provinsi Aceh, pada hari Senin bertepatan dengan tanggal 24 April 2000. Anak Pertama dari empat (4) bersaudara, anak dari Bapak Etiska Aliansyah Putra, S. Hut dan Ibu Sundari. Peneliti menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri Bunga Bangsa pada tahun 2012. Pada tahun 2012 melanjutkan Pendidikan Menengah Pertama di MTsS Nurul Falah Meulaboh lulus pada tahun 2015. Kemudian pada tahun 2015 peneliti melanjutkan Pendidikan Menengah Atas di MAS Darul Ihsan Aceh Besar, lulus pada tahun 2018. Pada tahun 2018 peneliti melanjutkan Pendidikan ke Perguruan Tinggi di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh, Fakultas Sains dan Teknologi, Program Studi Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan. Alhamdulillah peneliti menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) pada tahun 2022. Semasa Kuliah peneliti pernah mengikuti organisasi internal kampus maupun eksternal kampus. Adapun organisasi internal kampus yaitu Dewan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh sebagai Sekretaris Departemen Kesejahteraan Mahasiswa pada tahun 2020. Sedangkan organisasi eksternal kampus yaitu Ikatan Mahasiswa Teknik Lingkungan Indonesia (IMTLI) sebagai Anggota Departemen Informasi dan Komunikasi periode 2019-2020 dan Ikatan Pelajar Mahasiswa Darul Makmur (IPELMASDAM) sebagai Anggota Departemen Keagamaan periode 2019-2020.