

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Berdasarkan kajian penelitian terdahulu, sebagai berikut:

- 2.1.1. Kajian yang telah dilakukan oleh Pungut dkk yang berjudul “Penurunan Kadar COD dan Fosfat Pada Limbah *Laundry* Dengan Metode Adsorpsi”. Proses yang digunakan adalah sistem adsorpsi dengan media Karbon Aktif dan media Zeolit yang ditempatkan pada alat reaktor skala laboratorium dengan tinggi medium 40 centimeter dan 60 centimeter. Reaktor terdiri dari empat alat, termasuk media zeolit dan karbon aktif. Hasil menunjukkan bahwa efisien kadar COD dengan media Karbon Aktif di reaktor pertama adalah 72,48%. Efisiensi maksimum nilai COD medium zeolit Reaktor ketiga adalah 64,55 %. Sedangkan pada kadar PO_4 dengan media karbon aktif, efisiensi reduksi pada reaktor kedua sebesar 92,09 %, dan efisiensi tertinggi pada media zeolit pada reaktor keempat adalah 96,44 %. Media yang efektif untuk reduksi COD yaitu karbon aktif, dan zeolit digunakan untuk reduksi fosfat. Rata-rata tinggi efektif reduksi COD adalah tinggi Karbon Aktif 40 centimeter, sedangkan tinggi Zeolit 60 centimeter merupakan reduksi fosfat (Pungut *et al.*, 2021).
- 2.1.2. Kajian yang telah dilakukan oleh Novita Sekarwati yang berjudul “Penurunan kadar Fosfat Pada Limbah *Laundry* di Dusun Tambakbayan Catur Tangal, Depot, Sleman, Jogjakarta” menggunakan penelitian eksperimen dengan menggunakan desain penelitian “PrePostTest”. Tujuannya untuk mengukur penurunan parameter fosfat total (PO_4) limbah cair pencucian menggunakan pengolahan filtrasi aerasi di dasar Dusun Tambakbayan, caturtungal, Depok, Sleman, dan Jogjakarta. Dengan menggunakan tangki aerasi dan menambahkan media pembusa, Karbon Aktif, dan pasir kasar dengan variasi tebal yang berbeda untuk menyaring, ketebalan filter pertama adalah 15 centimeter, filtrasi kedua adalah 20 centimeter, dan

filtrasi ketiga adalah 25 centimeter. Hasil yang diperoleh adalah pengolahan filtrasi yang mempunyai tebal media efektif yaitu tebal 25 centimeter yang mereduksi sebesar 44.0461%. Saran peneliti yaitu metode sedimentasi yang memperhatikan agar waktu tinggal sampah lebih efektif. Dan dengan penambahan komponen koagulan maka penurunan kandungan zeolit akan semakin besar (Sekarwati, 2018).

- 2.1.3. Kajian yang telah dilakukan oleh Ronny & M. Saleh dengan judul “Penurunan Kadar COD dengan Metode Filtrasi Multimedia Filter Pada Limbah *Laundry*”. Dengan penelitian pra eksperimen, menggunakan media filter arang 20 centimeter, zeolit 20 centimeter, pasir 10 centimeter & kerikil 10 centimeter dalam variasi I & media filter arang 30 centimeter, zeolite 30 centimeter, pasir 10 centimeter & kerikil 10 centimeter dalam variasi II. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui efisiensi filtrasi multimedia arang & zeolite menggunakan ketebalan yang tidak sama dalam mengurangi kadar COD. Dan hasil yang didapatkan pada variasi I yaitu 46.33 %. Pada variasi II turun sebesar 63,07 %, filtrasi multimedia filter bisa mereduksi kadar COD limbah cair *laundry* tetapi belum efektif lantaran tidak memenuhi persyaratan Keputusan Gubernur Sulsel Nomer 69 Tahun 2010. Disarankan pada peneliti lain untuk menggunakan ketebalan media yang lebih tebal, memakai tabung filtrasi yg lebih besar & menambahkan atau mengombinasikan menggunakan pengolahan yang lain (Ronny & Saleh, 2018).

Tabel II. 1
Tabel Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Desain Penelitian dan Uji	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Pungut, Muhammad Al Kholif, Wilda Diah Indah Pratiwi 2021	Penurunan Kadar Chemical Oxygen Demand (COD) Dan Fosfat Pada Limbah Laundry Dengan Metode Adsorpsi	Eksperimen dan hasil penelitian disajikan secara deskriptif	Variabel bebas yang digunakan ialah variasi media Karbon Aktif dan Zeolit 40 cm, 60 cm dan variasi ketinggian media, sedangkan variable terikatnya yaitu kadar COD dan fosfat.	Media yang paling efektif dalam menurunkan kadar COD adalah media karbon aktif dengan reduksi sebesar 72,48%, sedangkan untuk menurunkan kadar fosfat adalah media zeolite dengan reduksi sebesar 96,44%.
2.	Novita Sekarwati 2018	Penurunan Kadar Total Phosphat (Po ₄) Pada Limbah Laundry Dengan Metode Aerasi-Filtrasi Di Dusun Tambakbayan Catur Tunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta	Ekperimen dengan rancangan penelitian "Pre-Post Test" yang hasilnya akan di analisa secara Deskriptif dan Analitik	Variabel bebas yang digunakan ialah variasi ketebalan media filtrasi menggunakan media busa, arang aktif dan pasir kasar yaitu 15 cm, 20 cm, dan 25 cm sedangkan variabel terikatnya yaitu kadar fosfat pada air limbah laundry.	Hasil yang diperoleh yaitu dari ketiga proses filtrasi yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa ketebalan media yang efektif yaitu dengan ketebalan 25 cm sebesar 44,0461 %

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Desain Penelitian dan Uji	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian
3.	Ronny dan Muhammad Saleh 2018	Penurunan Kadar COD dengan Metode Filtrasi Multimedia Filter pada Air Limbah <i>Laundry</i>	Pra eksperimental	Variasi ketebalan media filter arang 20 cm, zeolite 20 cm, pasir 10 cm dan kerikil 10 cm pada filtrasi I dan media filter arang 30 cm, zeolite 30 cm, pasir 10 cm dan kerikil 10 cm untuk filtrasi II sedangkan variabel terikatnya yaitu kadar fosfat pada air limbah <i>laundry</i>	Di dapatkan hasil reduksi kadar COD dengan metode filtrasi multimedia filter dengan ketebalan media variasi I, rata-rata turun sebesar 46,33 %. Sedangkan variasi II, rata-rata sebesar 63,07 %

Peneliti sekarang terdorong untuk melanjutkan penelitian terdahulu oleh Ronny dan Muhammad shaleh tahun 2018. Perbedaan penelitian yang akan yaitu penggunaan ketebalan pada media filtrasi yaitu pasir silika 20 cm, 30 cm, dan 40 cm untuk menurunkan kadar COD pada limbah *laundry* “MS” di desa Ngetrep, Kecamatan Jiwan, Kabupaten Madiun.

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Jasa Laundry

Jasa *Laundry* merupakan salah satu bidang pekerjaan yang bergerak dalam jasa pencucian pakaian. Jasa binatu bukan hanya tempat mencuci, melainkan tempat di mana pakaian akan lebih bersih dan tahan lama, dan praktis yang saat ini menjadi tren di masyarakat. Begitu pentingnya kehadiran jasa *laundry* saat ini, bisnis ini berkembang pesat. Di masa lalu, sebagian besar hotel mengelola layanan binatu, tetapi sekarang baik individu maupun masyarakat umum memiliki akses ke layanan binatu.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, kata *laundry* berarti cucian, yaitu tempat mencuci atau menyetrika pakaian atau juga bisa dikenal dengan jasa *laundry* kiloan yang berarti *laundry* dengan system pembayarannya berdasarkan berat pakaian pada saat ditimbang. Adapun tahapan proses kerja *laundry* yaitu mulai dari penimbangan berat material pakaian pelanggan, proses pemisahan, tahap pencucian, selama tahap pengeringan dan pengemasan, pakaian dikirim ke konsumen seperti yang diharapkan. Banyaknya pelanggan yang membutuhkan jasa *laundry* membuat meningkatnya jumlah limbah cair sisa deterjen yang dihasilkan, akibatnya, limbah yang dihasilkan akan dialirkan secara langsung ke selokan tanpa diolah sebelumnya, yang dapat mencemari lingkungan terutama badan air.

2.2.2. Limbah Laundry

Limbah *laundry* adalah air sisa buangan dari kegiatan pencucian di suatu industri yang memiliki kandungan bervariasi didalamnya. Sesuai dengan Pergub Jatim Nomor 52 Tahun 2014, limbah cair merupakan suatu sisa usaha berupa cairan yang dialirkan pada lingkungan dan bisa mempengaruhi mutu lingkungan. Limbah biasanya bersumber dari rumah, perkantoran, perdagangan, industri, dll. Limbah dapat mengganggu kesehatan dan kehidupan manusia serta berpotensi mencemari lingkungan dan mengandung zat tertentu.

Menurut (Mu'in *et al.*, 2017) limbah cair *laundry* yaitu larutan pencemar yang dapat memicu dampak lingkungan yang merugikan seperti eutrofikasi, maka air limbah harus diolah dengan cara yang tidak mencemari dan membahayakan kesehatan lingkungan. Dari sini dapat disimpulkan bahwa limbah *laundry* termasuk limbah atau air limbah yang banyak berisi zat berbahaya.

Air buangan sisa *laundry* harus diperhatikan karena memiliki kandungan yang bervariasi dari komposisi deterjen maupun komposisi dari kotoran pakaian itu tersendiri. Zat kimia yang terdapat pada limbah *laundry* terutama berasal dari deterjen yang digunakan. Komposisi yang paling dominan adalah kandungan detergen. Deterjen air limbah mengandung zat yang disebut ABS (*alkyl benzenesulfonate*), yang mengandung polutan dan zat yang mencemari lingkungan. Ini berarti bahwa deterjen sangat diklasifikasikan. Bahan pembersih ini umumnya tidak dapat terurai secara hayati. Oleh karena itu, masalah yang terkait dengan terjadinya eutrofikasi dan penurunan kualitas air juga mendapat perhatian yang besar, terutama mengenai dampaknya terhadap badan air. Fosfat tidak beracun dan melambangkan kandungan penting yang diperuntukkan organisme. Namun, kandungan fosfat yang berlebihan akan mengakibatkan kelebihan nutrisi (eutrofikasi), dan terjadi ledakan pertumbuhan tanaman air dan selanjutnya dapat menyebabkan pencemaran air (Haryati, 2015).

2.2.3. Karakteristik Limbah *Laundry*

Karakteristik limbah dapat dibedakan menjadi dua yaitu berdasarkan sifat fisika dan kimiawinya. Sifat fisik limbah cair *laundry* antara lain warna, bau, kekeruhan, dan nilai pH. Untuk parameter fisik limbah cair *laundry* dapat dinilai secara langsung di tempat sedangkan sifat kimia air limbah *laundry* antara lain BOD, COD, TSS, fosfat (PO_4), dan deterjen (*surfaktan*) untuk parameter kimia limbah *laundry* ditentukan dengan pengujian laboratorium.

a. Sifat Fisik Limbah

1) Warna

Air bersih tidak memiliki warna, air yang memiliki warna mempunyai tanda bahwa terdapat cemaran pada air tersebut. Limbah cair biasanya memiliki warna dimulai dari kuning, coklat, merah, hitam ataupun hijau tergantung dari bahan limbah. Ciri yang sangat mencolok dari limbah adalah warnanya, yang biasanya disebabkan oleh bahan organik dan ganggang (Asmadi & Suharno, 2012).

2) Bau

Aroma memiliki tanda terdapatnya polutan pada air dikarenakan karakteristik dari air bersih ialah tidak memiliki bau. Air dapat beraroma tidak sedap ataupun seperti logam hinggat bau yang tajam sesuai dengan jenis polusi yang ada pada air tersebut. Bau tersebut menunjukkan adanya pembusukan air limbah. Penyebab bau karena gas terlarut dan produk hasil dekomposisi bahan organik.

3) Kekeruhan

Kekeruhan yang terdapat pada air limbah diakibatkan oleh berbagai partikel tersuspensi yang ada (Asmadi & Suharno, 2012).

4) Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman yaitu suatu adalah parameter yang terdapat pada air bersih dan limbah cair. Tingkat keasaman yang aman adalah tingkat di mana kehidupan biologis di dalam air masih dapat berkembang. Derajat keasaman limbah cair yang melebihi kadar maksimal mempersulit jalannya biologis dan dengan demikian proses pemurnian akan terganggu. Jika derajat keasaman suatu air rendah, maka rasa air tersebut akan masam (Sugiharto, 2014).

b. Sifat Kimia Limbah

1) BOD

BOD (*Biological Oxygen Demand*) atau kebutuhan O₂ biokimia merupakan total O₂ dengan satuan ppm atau miligram/liter yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengurai bahan organik dan membuat limbah berubah jernih kembali. Diperlukan 100 hari dengan temperature udara sebesar 20°C. Namun jika pada laboratorium membutuhkan 5 hari, oleh karena itu disebut dengan istilah BOD (Sugiharto, 2014).

2) COD

COD atau *Chemical Oxygen Demand* yaitu kadar O₂ yang diperuntukkan untuk menguraikan bahan organik secara kimia dalam kondisi tertentu (Sugiharto, 2014).

3) TSS

TSS merupakan total padatan residu dari partikel tersaring dengan ukuran padatan maksimum 2µm atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. TSS dapat diolah dengan filtrasi serta flokulasi.

4) Fosfat

Fosfat merupakan unsur batuan sedimen yang memiliki unsur phosfor rendah. Air limbah memiliki senyawa utama yaitu fosfat yang termasuk asal usul pembuatan deterjen dan mempunyai dampak langsung maupun tak langsung pada makhluk hidup dan lingkungan sekitar (Palilingan *et al.*, 2019).

5) Detergen (MBAS)

Deterjen adalah sekelompok molekul organik yang digunakan untuk membersihkan dari pada sabun untuk hasil yang lebih baik. Bahan dasar detergen ini ialah minyak nabati atau minyak bumi. Fraksi minyak bumi yang digunakan ialah unsur hidrokarbon parafin dan olefin. Tempat utama yang

menghasilkan unsur ini yaitu limbah cair yang berasal dari rumah tangga atau industri *laundry* (Sugiharto, 2014).

bahan kimia sabun pembersih dibagi menjadi tiga kelompok yakni, surfaktan dalam kisaran 20-30%, bahan penguat adalah komponen deterjen maksimum dari 70-80 %, komponen lainnya (pemutih, pewangi, bahan pembusa, pencerah optik) sekitar 28 %, surfaktan yang merupakan deterjen utama (Yusmidiarti, 2018).

2.2.4. Dampak Limbah *Laundry*

a. Dampak Pada Lingkungan

Pencemaran air di sungai akibat limbah *laundry* dapat menyebabkan kurangnya oksigen terlarut dalam air yang dapat mengalami degradasi dan dikomposisi oleh bakteri aerobik, yang mengurangi oksigen terlarut pada air dari waktu ke waktu. Hanya spesies organisme tertentu yang dapat hidup dalam keadaan ini (Asmadi & Suharno, 2012).

Karena penurunan kualitas air, tidak boleh digunakan untuk keperluan manusia, termasuk irigasi pertanian. Jika tempat penyimpanan berada di pemukiman penduduk, maka air dapat merembes dan merembes ke air sumur yang diminum oleh penduduk setempat. Tentu saja, akan mengakibatkan risiko kesehatan untuk penduduk setempat yang mengonsumsi air (Ronny & Saleh, 2018).

b. Dampak Pada Kesehatan Manusia

Pada kenyataannya, limbah dibuang langsung ke lingkungan dan dapat berdampak. Efeknya mungkin belum terlihat, tetapi bisa berdampak serius dalam jangka panjang. Dampak negatif yang ditimbulkan limbah *laundry* yaitu diare, gatal-gatal, ruam, dan penyakit kulit iritasi, dan di lingkungan mencemari tanah, mencemari air, dan membuat tidak nyaman yaitu bau dari limbah tersebut (Ronny & Saleh, 2018).

2.2.5. Parameter Pencemar Limbah *Laundry*

a. COD

Chemical Oxygen Demand atau keperluan O₂ kimia (KOK) yang menggunakan oksidan K₂Cr₂O₇ untuk dijadikan sumber O₂ guna menghilangkan bahan organik yang terdapat pada air. Total oksigen yang diperuntukkan untuk dioksidasi dalam miligram. Angka COD merupakan suatu parameter dalam hal polusi yang terdapat pada air yang dipicu oleh bahan biologis dan secara ilmiah mampu dilebur dengan proses biologi yang mengarah pada menurunnya O₂ pada air (Didik, 2004).

Parameter COD yang besar pada air menentukan jumlah bahan polutan biologi. Banyaknya polutan tergantung pada jumlah organisme yang menyebabkan penyakit ataupun bukan. Organisme patogen akan mengakibatkan berbagai jenis penyakit pada manusia.

Dampak lingkungan, atau konsentrasi COD yang berlebihan, dapat mengakibatkan rendahnya kadar O₂ terlarut dalam air. Faktor ini mengancam biota perairan, flora dan fauna, dapat berakibat fatal, dan dapat menghambat reproduksi makhluk hidup. Sehingga, polutan COD berlebihan pada air bisa menimbulkan banyak jenis penyakit. Tingginya nilai COD maka O₂ yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik yang terdapat dalam sampel limbah *laundry* juga akan semakin tinggi. Hal ini menunjukkan tingginya tingkat polutan organik dalam sampel limbah.

Nilai COD perlu langsung diperiksa, terutama untuk sampel dengan sifat berubah-ubah. Pengujian bisa ditunda dengan menambahkan H₂SO₄ ke pH (konsentrasi H₂SO₄ 0,8 ml/ 1 hari pengujian). Jika nilai COD diatas 200 ppm maka produk akan diencerkan. Bahan organik dalam air limbah tidak dapat teroksidasi sempurna oleh reaksi COD. Tes COD berjalan lebih cepat dari tes BOD dan memakan waktu sekitar 2 jam.

Metode yang digunakan untuk uji COD adalah titrasi. Titrasi didasarkan pada fakta bahwa bahan organik dioksidasi oleh kalium dikromat, asam kuat, dan Ag_2SO_4 sebagai konduktor dalam suasana panas, lalu sisa $\text{K}_2\text{CR}_2\text{O}_7$ dititrasi dengan $\text{Fe}(\text{NH}_4)\text{Ag}_2\text{SO}_4$ sebagai ciri adanya ferroin. Pada saat bebas, ferroin memiliki warna hijau kebiru-biruan, tetapi pada saat terikat dengan besi, memiliki warna merah kecoklatan.

2.2.6. Baku Mutu

Berdasarkan UU No. 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang dimana menjelaskan tentang baku mutu lingkungan hidup yaitu kadar zat, energi, komponen hidup yang ada atau harus ada atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaanya dalam suatu sumber daya tertentu sebagai unsur lingkungan hidup. Atau dapat dipersingkat nilai ambang batas yang merupakan batas-batas daya toleransi atau kemampuan lingkungan atau bisa menjadi sasaran pengelolaan lingkungan yang diperkenankan untuk zat pencemar agar tidak menimbulkan gangguan terhadap makhluk hidup. Manfaat menggunakan baku mutu ialah dapat menginterpretasikan hasil pemantauan dan dapat meramalkan kemungkinan timbulnya kasus pencemaran dalam periode tertentu.

Dalam Pergub Jatim Nomor 52 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi industri atau kegiatan usaha lainnya antara lain:

Tabel II.2 Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Industri Sabun/Detergen

Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Industri Minyak Nabati, Sabun/Detergen	
Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
BOD ₅	75
COD	180
TSS	60
Minyak Dan Lemak	15
MBAS (Detergent)	10
Fosfat (Sebagai P ₂ O ₄)	3
pH	6-9

Sumber : Pergub Jatim No. 52 tahun 2014

Tabel II.3 Volume Limbah Cair Maksimum per Satuan Produk Untuk Kegiatan Industri

Volume limbah cair maksimum per satuan produk Baku Mutu Air Limbah Untuk Kegiatan Industri Minyak Nabati, Sabun/Detergen	
Kegiatan Industri	Satuan Produk
Sabun	4 m ³ /ton produk
Minyak Nabati	0,5 m ³ /ton produk
Detergen	0,05 m ³ /ton produk

Sumber : Pergub Jatim No. 52 tahun 2014

2.2.7. Metode Pengolahan Limbah Cair

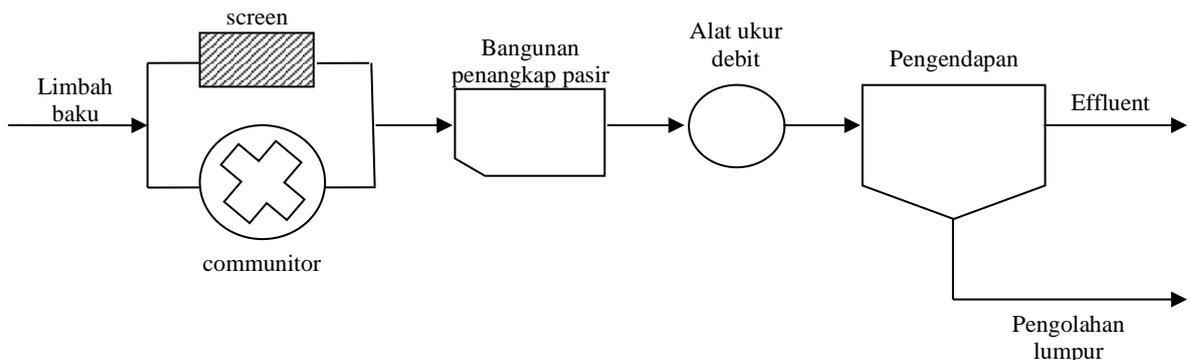
Tingkatan sistem pengolahan limbah cair dapat digambarkan sebagai berikut :

Tabel II.4 Tingkatan Sistem Pengolahan Limbah Cair



a. Pengolahan Pertama

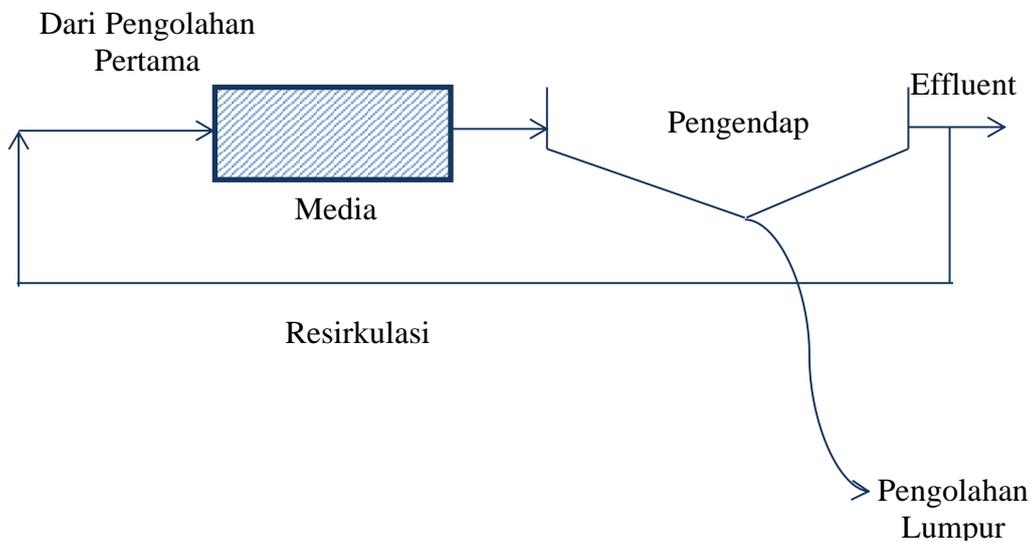
Sering juga disebut pengolahan fisika dikarenakan dalam tahap ini proses limbah cair menggunakan proses pengendapan, penyaringan, dan pengapungan. Adapun unit pengolahan meliputi alat pengukur debit air limbah, filtrasi, flotasi, unit penghancur, unit sedimentasi pasir dan kerikil, sumur penampung, bangunan pemisah lemak dan unit sedimentasi primer, netralisasi, pemerataan, koagulasi.



Gambar 2.1 Sistem Pengolahan Limbah Cair

b. Pengolahan Kedua

Pengolahan kedua sering juga disebut sebagai metode biologis, yaitu sebagai sistem pengolahan air limbah yang menggunakan aktivitas mikroorganisme dengan atau tanpa oksigen. Secara garis besar, pengolahan biologis dapat dibagi menjadi empat proses: aerob, anoxic, anaerob, gabungan dari aerob-anoxic atau aerob-aerob. Dalam pengolahan biologis, bahan organik dalam air limbah digunakan sebagai sumber makanan dan diubah menjadi sel biologis atau biasa disebut biomassa. Adapun unit pengolahannya yaitu, *oxydation ditch*, lumpur aktif, *trickling filter*, bio tower, kolam aerasi dan lain-lain.



Gambar 2.2 *Trickling Filter*

c. Pengolahan Lanjutan

Pengolahan pada tahap ini merupakan proses pengolahan limbah cair yang bertujuan untuk meningkatkan hasil pengolahan sebelumnya pada tahap pengolahan fisik dan biologi. Adapun unit pengolahannya yaitu ada nitrifikasi, denitrifikasi, filtrasi, carbon adsorpsi, dll.

Derajat pengolahan yang dicapai berbagai variasi unit operasi dan unit pengolahan (Marsono B.D, 1996).

- 1) Unit pengolahan Screening untuk parameter BOD dan COD dengan efisiensi removal sebanyak 0-5% (kecil).
- 2) Unit pengolahan Trckling Filer untuk parameter BOD dan COD dengan efisiensi removal sebanyak 60-80%.
- 3) Unit pengolahan Filtrasi untuk parameter BOD dan COD dengan efisiensi removal sebanyak 20-50%.

2.2.8. Metode Penurunan Kadar COD Pada Limbah Cair

a. Filtrasi

Filtrasi adalah pengolahan yang sering digunakan dalam pengolahan air dan air limbah. Selain efek utama berupa filtrasi padatan, proses biologis dan reaksi kimia juga terjadi selama filtrasi. Dalam hasil penelitian (Pungus *et al.*, 2019) menggunakan karbon aktif sebagai media adsorpsi dari tempurung kelapa, butiran zeolit, pasir kuarsa, arang tanpa asap, ferrolite (pasir aktif), kerikil, ijuk, pasir biasa, dan arang sebagai media filter. Filtrasi dengan gabungan adsorben dapat mereduksi konsentrasi COD dengan menyerap zat organik yang terkandung dalam sampel limbah karena adanya proses filtrasi dengan kombinasi adsorben. Proses tersebut secara signifikan menurunkan kadar COD.

b. Aerasi

Aerasi yaitu metode menambahkan udara atau oksigen ke air dengan membawa air ke dalam kontak dekat satu sama lain untuk

menghasilkan gelembung-gelembung halus yang naik di dalam air. Berdasarkan kajian oleh (Yuniarti *et al.*, 2019) aerasi mampu mereduksi kadar COD pada limbah cair. Menurut (Hidayah *et al.*, 2018) mengatakan pengolahan aerasi dapat mereduksi polutan COD pada limbah cair.

c. Koagulasi- Flokulasi

Koagulasi adalah metode netralisasi muatan partikel sedangkan flokulasi adalah pembentukan flok dari partikel - partikel kecil. Koagulasi- flokulasi ialah metode yang umum pada pengolahan air. Alat yang digunakan untuk pengolahan koagulasi-flokulasi yaitu *jartest*.

Berdasarkan hasil kajian oleh (Zikri *et al.*, 2016) mengatakan proses koagulasi-flokulasi pada limbah *laundry* untuk mereduksi kandungan COD nya paling efektif menggunakan koagulan kapur dan PAC.

d. Fitoremediasi

Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan zat dari tanah atau perairan yang terkontaminasi. Fitoremediator dapat berupa herba, semak bahkan pohon (Rondonuwu, 2014).

Hasil penelitian (Apsari *et al.*, 2018) menunjukkan bahwa tanaman melati air dan eceng padi dapat tumbuh dengan baik pada media limbah cair *laundry*. Hal ini ditunjukkan dengan semakin meningkatnya pertambahan jumlah daun, panjang akar dan laju pertumbuhan relatif. Tumbuhan melati air (*Echinodorus palaefolius*) lebih efisien dalam menyerap zat polutan berupa limbah deterjen. Hal ini dilihat dari nilai removal tertinggi pada tanaman melati air yaitu 76,68%.

2.2.9. Filtrasi

a. Definisi

Filtrasi merupakan penghilangan zat padat dari cairan melalui partikel padat melalui media filter atau septum yang menahan padatan. Cairan yang akan difilter bisa berwujud cair ataupun gas dan arus yang mengalir melalui filter bisa berwujud cair, padat atau kedua-duanya (Shim *et al.*, 2018). Filtrasi merupakan bagian dari proses mekanis atau proses fisik. Efek utama dari filtrasi adalah retensi partikel yang lebih besar dari ukuran pori filter.

Sejumlah reaksi yang terjadi dalam proses filtrasi antara lain, pengendapan, adsorpsi kimia-fisik, flokulasi, pertumbuhan mikroorganisme, intersepsi, tumbukan atau *impaction*, dan adhesi,.

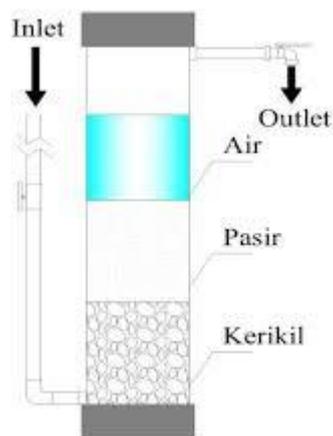
Dalam proses filtrasi, partikel padat yang tersuspensi dalam cairan dapat dipisahkan menggunakan media berpori yang menahan partikel-partikel ini dan memungkinkan filtrat bening untuk melewatinya. Media berpori ini sering disebut sebagai media filter. Partikel padat bisa sangat kecil atau sangat besar dan dapat memiliki berbagai bentuk, baik bulat atau tidak beraturan. (Nugroho, 2019).

Bahan yang dimanfaatkan sebagai media saring mempunyai persyaratan, yakni ukuran rongga-rongga yang memiliki ukuran cukup dengan ukuran partikel yang nantinya difiltrasi dan kuat. media yang dimanfaatkan sebagai penyaring ialah pasir, ijuk, arang, kerikil, dan batu. Pasir dimanfaatkan agar kadar lumpur dan padatan yang terdapat dalam air dapat berkurang. Untuk menyaring bahan padat yang berukuran kecil menggunakan ijuk sedangkan untuk menyaring bahan padat berukuran sedang dan besar menggunakan kerikil dan batu (Alamsyah, 2007).

Berdasarkan laju filter, filtrasi dikelompokkan dalam dua kelompok, antara lain:

1) Saringan Pasir Cepat

Saringan ini terdapat dari susunan kerikil dibagian bawah dan pasir di bagian atas. Arah filter air adalah dari dasar ke atas (*up flow*). Air bersih diperoleh dari penyaringan kasar terlebih dahulu melalui lapisan kerikil kemudian melalui lapisan pasir. Keuntungan saringan pasir cepat yaitu mampu mengeluarkan air hasil saringan yang makin banyak ketimbang saringan pasir lambat. Pada saringan pasir cepat biasanya bisa dilakukan pembersihan dengan air ulang saringan tidak harus membongkar alatnya. Kerugian dari saringan pasir cepat yaitu terbatasnya dalam menghilangkan aroma dan rasa. Dari pada itu, karena aliran air yang cepat, mikroorganisme berperan untuk menyisihkan patogen tidak terjadi pembentukan seperti yang terjadi pada saringan pasir lambat. Saringan ini memerlukan proses pembasmian bakteri yang lebih serius. (*Autoridad Nacional del Servicio Civil, 2021*).

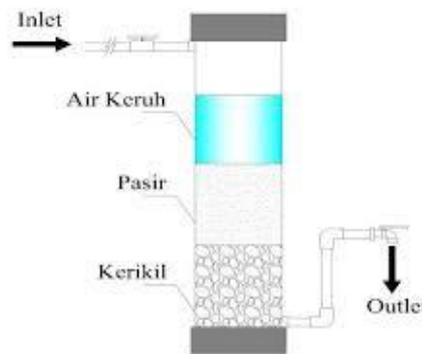


Gambar 2.3 Saringan Pasir Cepat

2) Saringan Pasir Lambat

Saringan ini tersusun dari pasir di struktur atas dan kerikil pada struktur bawah. Namun, arah pengaliran berbeda

dengan filtrasi pasir cepat, yaitu aliran dari atas ke bawah (*down flow*). Limbah diperoleh dengan penyaringan kasar terlebih dahulu melalui lapisan kerikil kemudian melalui lapisan pasir. Perlunya mencukupi keperluan akan air bersih, saringan pasir lambat bisa digunakan untuk memfilter air tercemar. Saringan pasir lambat sangat sesuai untuk mencukupi keperluan air bersih di masyarakat. Sistem saringan pasir lambat merupakan suatu teknologi pengolahan alternative dengan akhirnya berupa air bersih dan berkualitas. Keuntungan saringan ini tidak membutuhkan zat kimia (koloid) (Autoridad Nacional del Servicio Civil, 2021).



Gambar 2.4 Saringan Pasir Lambat

b. Aliran Filtrasi

Filtrasi aliran horizontal yaitu melewatkan limbah secara horizontal melalui media filter. Metode ini sederhana dan hampir tidak memerlukan perawatan, terutama dalam desain dan konstruksi yang tepat. Filtrasi aliran horizontal dan vertikal memiliki prinsip operasi yang berlainan. Filtrasi horizontal selalu dibanjiri cairan limbah dengan proses sebagian aerobik dan sebagian an aerobik. Dengan proses vertikal, prosesnya lebih anaerob (Sringoringo, 2019). Benda/partikel/poros lubang dari partikel suatu media filter lebih kecil dari bahan yang disaring. Semakin kecil poros medianya semakin bagus daya saringnya.

c. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Efisiensi Proses Filtrasi

1) Temperatur Air

Proses penyaringan dapat dipengaruhi oleh temperatur, karena temperatur air menggunakan aktivitas bakteri serta metabolisme mikroorganisme lainnya.

2) Debit filtrasi

Debit adalah banyaknya air yang mengalir dalam satuan waktu. Debit yang sangat cepat akan mengurangi fungsi filter. Akibatnya proses filtrasi tidak berjalan dengan baik, sehingga pada prosesnya dalam melewati rongga diantara butiran media pasir aliran air akan bergerak dengan cepat. Hal ini terjadi karena kurangnya waktu kontak antara air yang akan disaring dengan permukaan media saringan. Ketika melalui media antar butiran kecepatan aliran yang terlalu cepat akan mengakibatkan zat padat akan tersaring dan lolos (Sringoringo, 2019) .

3) Konsentrasi Kekeruhan

Konsentrasi kekeruhan berpengaruh terhadap efisien dari filtrasi. Tersumbatnya lubang pori dari media merupakan salah satu faktor kekeruhan yang tinggi pada air. Jika kadar partikel yang banyak, dapat dupayakan pengelolaan sebelumnya, contohnya pengolahan pengadukan dan sedimentasi (Sringoringo, 2019).

4) Ketebalan Media, Ukuran, Dan Material

Lama pengaliran serta daya penyaringan dipengaruhi oleh tebal tipisnya suatu media. Media yang tebal akan mempunyai penyaringan yang tinggi, namun waktu pengalirannya sangat lama. Sedangkan media yang tipis akan mempunyai daya saring yang rendah dan pengalirannya pendek. Selain itu ukuran juga berpengaruh terhadap efisiensi filtrasi, ukuran atau diameter kecilnya butiran media mempengaruhi kecepatan filtrasi, porositas, dan kemampuan

daya saring. Media yang kasar atau halus menjadikan perbedaan ukuran antar rongga butir. Besarnya rongga pori menentukan tingkat besar porositasnya dan kekuatan penyaringan menyaring unsur lembut yang ada pada air. Lubang pori yang besar dapat meloloskan partikel yang akan disaring (Sringoringo, 2019) . Semakin tebal media semakin efektif proses filtrasi, dan semakin kecil pori-pori media serta arus debit penyaringan akan semakin lemah hingga dapat memfilter unsur padat yang ada pada *laundry* (Sekarwati, 2018).

Berdasarkan ukuran susunan media dibedakan menjadi 3 yaitu:

Tabel II. 5 Ukuran Susunan Media

1. <i>Uniform</i> (seragam)	adalah partikel-partikel media filter dengan ukuran sama dalam satu unit
2. <i>Stratified</i> (gradasi)	adalah partikel media filter yang ukurannya yang tidak sama dan disusun berlapis-lapis
3. <i>Mixed</i> (tercampur)	adalah partikel media filter yang ukurannya yang tidak sama dan tercampur

2.2.10. Media Filtrasi

Jenis media berdasarkan sistem operasi dan media:

Tabel II. 6 Jenis Media Berdasarkan Sistem Operasi Dan Media

1. Single media	Satu jenis media seperti pasir silika atau dolomit saja	Pada sistem ini penyaringan terjadi pada lapisan paling atas biasanya menggunakan pasir silika
2. Dual media	Anthrasit dan Pasir silika	Sering digunakan sebagai media filter dengan media pasir di lapisan bawah dan anthrasit dilapisan atas

3. Multi media	Garnet, anthrasit dan pasir silika	Untuk memfungsikan seluruh lapisan filter agar berperan sebagai penyaring
----------------	------------------------------------	---

a. Pasir Silika

Pasir Silika merupakan pasir yang umum memberikan manfaat bagi kehidupan manusia. Misalnya sebagai bahan baku kaca, keramik maupun penjernih air. Wikipedia menjelaskan bahwa pasir ini salah satu mineral yang paling banyak ditemukan di kerak benua bumi. Pori-pori dan celah dari silika ini mampu menahan atau menyerap partikel dalam air. Pasir silika berfungsi sebagai penghilang kekeruhan atau lumpur dan bau dengan tujuan menyaring kotoran dari air, dapat memisahkan sisa-sisa flok serta sebagai penyaring partikel besi yang berkontak dengan oksigen. Pasir silika atau Silicon Dioksida adalah komponen antara Silicon dan Oksigen, yang memiliki rumus kimia SiO_2 memiliki kandungan silika 70%. Semakin murni silika semakin putih warnanya. Silika ada dalam padatan dalam berbagai bentuk termodifikasi juga dalam bentuk cair. Pasir silika memiliki adsorpsi yang baik karena mempunyai kandungan SiO_2 yang terikat oleh oksigen yang berpengaruh terhadap reduksi kadar COD.

Ruang antara pasir cukup kecil untuk menampung partikel besar, sehingga pasir untuk bahan yang bisa memfilter partikel yang memiliki ukuran halus didalam air (Kurniawati & Sanuddin, 2020).

Pasir kuarsa atau pasir silika memiliki senyawa kimia yang tergabung dari SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , dan K_2O , memiliki warna bening keputihan atau yang lain tergantung dari unsur polutasnnya, kekerasan 7 (skala Mohs), berat jenis 2,65, titik lebur $1715\text{ }^\circ\text{C}$, bentuk kristal hexagonal, panas sfesifik 0,185, dan konduktivitas panas 12 – $1000\text{ }^\circ\text{C}$.

Hasil kajian yang dilakukan (Palilingan *et al.*, 2019) yaitu menggunakan pasir silika sebagai media filtrasi dapat mereduksi jumlah fosfat serta amonia secara signifikan yang terdapat pada sampel air limbah *laundry* yakni sejumlah 83,3% dan 63,6%.

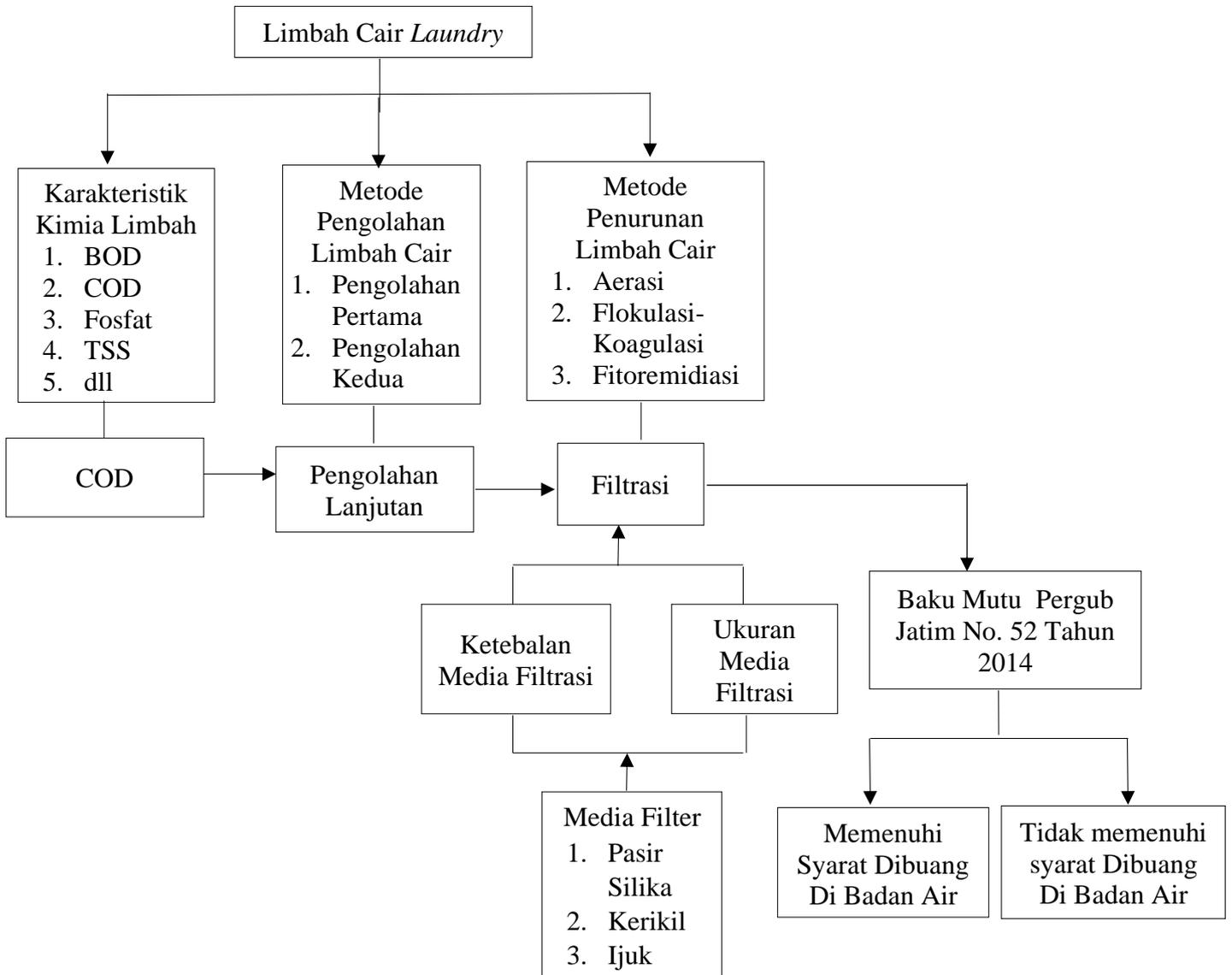
Filter pasir kuarsa memiliki kemampuan untuk memisahkan bahan kimia padat dan cair sebagai filtrat untuk air dari limbah cair melewati media berpori, memungkinkan zat tersuspensi halus untuk disaring. Media ini sebagai media filter berpori mampu memisahkan padatan dan cairan sesuai dengan prinsip gravitasi. Sifat pakarlit memiliki fungsi untuk filter tanah, lumpur dan partikel lainnya dalam air. Hasil penelitian yang dilakukan oleh (Ronny & Syam, 2018) menjelaskan bahwa pasir silika mampu menurunkan kandungan COD pada limbah rumah sakit dikarenakan pasir silika tersebut dapat menguraikan dan mengurangi zat organik pada limbah cair.

b. Kerikil

Menurut (Fajri *et al.*, 2015) kerikil adalah partikel yang lebih besar dari pasir dan lebih kecil dari kerikil (seukuran benih kacang tanah/nangka), dan batu sedimen dengan komponen lingkaran, dapat tercampur dengan tanah liat atau pasir. Kerikil merupakan ukuran butiran pasir yang diklasifikasikan sebagai batu pasir yang kaya akan silika. Biasanya teksturnya lembut serta memiliki bentuk yang bulat yang berasal dari erosi air selama ribuan tahun ketika puing-puing batu gunung terseret ke laut oleh air, saling bertabrakan, dan ditambang di daerah pesisir pantai. Media kerikil mempunyai fungsi untuk proses agar jalannya air serta menutup jalan masuk dari pasir ke dalam air olahan (Kurniawati & Sanuddin, 2020).

2.3. Kerangka Teori

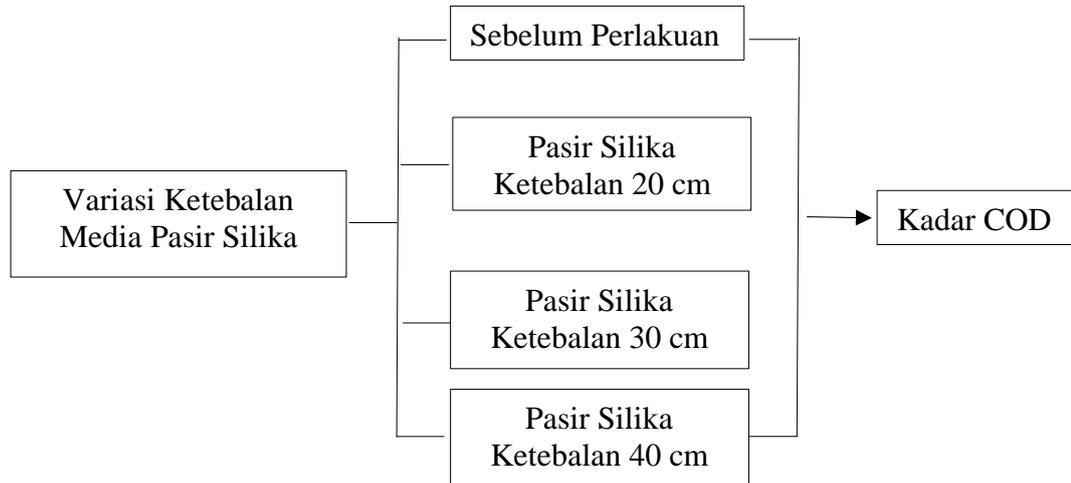
Dalam penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penurunan parameter COD dengan menggunakan variasi ketebalan media filtrasi pasir silika pada limbah *laundry* “MS” desa Ngetrep Kecamatan Jiwan Kabupaten Madiun. Terdapat kerangka teori sebagai berikut :



Gambar 2. 5 Kerangka Teori

2.4. Kerangka Konsep

Dalam penelitian ini dilakukan untuk menganalisis penurunan parameter COD dengan menggunakan variasi ketebalan media filtrasi pasir silika pada limbah *laundry* “MS” desa Ngetrep Kecamatan Jiwan Kabupaten Madiun. Terdapat kerangka konsep sebagai berikut:



Gambar 2. 6 Kerangka Konsep

Pada penelitian ini dilakukannya perlakuan ketebalan pada pasir silika dalam metode filtrasi untuk menurunkan kadar COD yaitu perlakuan sebelum proses filtrasi, perlakuan pasir silika dengan tebal 20 cm, pasir silika dengan ketebalan 30 centimeter, pasir silika dengan ketebalan 40 centimeter.