

**UJIAN TUTUP TESIS**

**ANALISIS EFEKTIVITAS KETEBALAN FILTER PADA  
SISTEM INSTALASI PENGOLAHAN AIR**

*Analysis The Effectiveness Of Filter Thickness In Water Treatment  
Installation System*

**NIRFADILLAH NAHRIR**

**D012191006**



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU TEKNIK SIPIL**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2023**

**UJIAN TUTUP TESIS**

**ANALISIS EFEKTIVITAS KETEBALAN FILTER PADA  
SISTEM INSTALASI PENGOLAHAN AIR**

*Analysis The Effectiveness Of Filter Thickness In Water Treatment  
Installation System*

**NIRFADILLAH NAHRIR**

**D012191006**



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU TEKNIK SIPIL**

**DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2023**

**PENGAJUAN TESIS**

**ANALISIS EFEKTIVITAS KETEBALAN FILTER PADA  
SISTEM INSTALASI PENGOLAHAN AIR**

Tesis

*Analysis The Effectiveness Of Filter Thickness In Water Treatment  
Installation System*

Disusun dan diajukan oleh

**NIRFADILLAH NAHRIR**

**D012191006**

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**GOWA**

**2023**

# TESIS

## ANALISIS EFEKTIVITAS KETEBALAN FILTER PADA SISTEM INSTALASI PENGOLAHAN AIR

**NIRFADILLAH NAHRIR**

**D012191006**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi pada Program Magister Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

pada tanggal ..... Maret 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

**Pembimbing Utama,**



**Dr. Eng. Ir. Rita Tahir Lopa., MT**  
Nip. 1967 0319 1992 03 2010

**Pembimbing Pendamping,**



**Dr. Eng. Ir. Bambang Bakri., ST., MT**  
Nip. 1981 0425 2008 12 1001

**Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin**



**Prof. Dr.Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T**  
Nip.19730926 200012 1 002

**Ketua Program Studi  
Magister Teknik Perkapalan**



**Dr. M. Asad Abdurrahman, ST, M.Eng.PM**  
Nip. 19730306 199802 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : NIRFADILLAH NAHRIR

Nomor mahasiswa : D012191006

Program studi : TEKNIK SIPIL

Dengan ini menyatakan bahwa, tesis berjudul “ANALISIS EFEKTIVITAS KETEBALAN FILTER PADA SISTEM INSTALASI PENGOLAHAN AIR” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing (Dr. Eng. Ir. Rita Tahir Lopa., MT dan Dr. Eng. Ir. Bambang Bakri., ST., MT). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Sebagian dari isi tesis ini telah dipublikasikan di Jurnal/Prosiding (EPI International Journal of Engineering) sebagai artikel dengan judul “ANALISIS EFEKTIVITAS KETEBALAN FILTER PADA SISTEM INSTALASI PENGOLAHAN AIR BERSIH”.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, Maret 2023



Yang menyatakan

Nirfadillah Nahrir

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmatnya sehingga disertasi ini dapat diselesaikan.

Gagasan utama Efektivitas Ketebalan Filter pada Sistem Instalasi Pengolahan Air adalah akibat bertambahnya aktivitas kehidupan manusia yang menambah pengotoran dan pencemaran air, sehingga dengan menggunakan metode filtrasi yang diharapkan selanjutnya bisa menghasilkan kualitas air yang dapat di gunakan atau memenuhi syarat baku air bersih.

Bukan hal yang mudah untuk mewujudkan gagasan-gagasan tersebut dalam sebuah susunan disertasi, berkat bimbingan, arahan dan motivasi berbagai pihak maka disertasi ini bisa disusun sebagaimana kaidah-kaidah yang dipersyaratkan, dan untuk itu penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Eng. M. Isran Ramli, ST, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Prof. Dr. Ir. Muh. Wihardi Tjaronge, ST., M.Eng. Selaku Ketua Departement Fakultas Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.
3. Dr. M. Asad Abdurrahman, ST, M.Eng.PM. selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.
4. Dr. Eng. Ir. Rita Tahir Lopa., MT. selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dr. Eng. Ir. Bambang Bakri, S.T. M.T selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah membimbing dari awal sampai terselesaikannya proposal ini.

Akhirnya, kepada kedua orang tua tercinta saya mengucapkan terima kasih dan sembah sujud atas doa, pengorbanan dan memotivasi mereka selama saya menempuh pendidikan. Penghargaan yang besar juga saya sampaikan kepada kakak-kakak dan keluarga besar saya yang telah memberikan dorongan dan sumbangsi kepada saya.

Nirfadillah Nahrir

## ABSTRAK

**NIRFADILLAH NAHRIR.** *Analisis Efektivitas Ketebalan Filter Pada Sistem Instalasi Pengolahan Air* (dibimbing oleh Rita Tahir Lopa dan Bambang Bakri).

Peran air baku sangatlah penting bagi kebutuhan manusia. Air baku merupakan awal dalam proses pengolahan air. Dalam mengatasi masalah kekeruhan air baku di butuhkan proses penjernihan air sesuai standar yang telah ditentukan. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan suatu model pengolahan air menggunakan sistem kombinasi media pasir Malimpung dan zeolit dengan aliran dari atas ke bawah (Down Flow) dengan kombinasi ketebalan media sehingga menghasilkan kualitas air yang dapat di gunakan atau memenuhi syarat baku mutu air bersih. Penelitian ini dilakukan dilaboratorium dengan dua tahap yaitu pengambilan sampel dan tahap pengujian. Metode yang digunakan merupakan eksperimen laboratorium. Tahap pertama pengambilan sampe dilokasi studi. Tahap kedua pengujian dilaboratorium, meliputi pengujian karakteristik pasir Malimpung dan zeolit sebagai media filter dengan 3 kombinasi ketebalan media yaitu 15 cm, 10 cm, dan 5 cm. Pada pengolahan air bersih dengan sistem kombinasi pasir Malimpung dan zeolit dengan model aliran dari atas ke bawah (downflow). Pengaruh waktu terhadap debit dari kombinasi ketebalan didapatkan untuk ketebalan pasir 15 cm dengan 3 variasi ketebalan zeolit untuk ketebalan 15 cm zeolit menghabiskan waktu 224 menit dengan hasil debit 1,799 l/m, sedangkan untuk ketebalan 10 cm dilakukan selama 360 menit dengan hasil debit 0,518 l/m dan untuk ketebalan 5 cm zeolit dilakukan selama 360 menit dengan menghasilkan debit 0,365 l/m. Sedangkan untuk ketebalan pasir 10 cm dengan 3 variasi ketebalan zeolit untuk ketebalan 15 cm zeolit dilakukan selama 84 menit dengan menghasilkan debit 4,863 l/m, sedangkan untuk ketebalan 10 cm zeolit dilakukan selama 210 menit dengan hasil debit 1,847 l/m, dan untuk ketebalan 5 cm zeolit dilakukan selama waktu maksimal 360 menit menghasilkan debit 0,553 l/m. Berikutnya untuk ketebalan pasir 5 cm dengan 3 variasi ketebalan zeolit 15 cm, 10 cm dan 5 cm dilakukan dengan waktu maksimal 360 menit dengan hasil debit 0,872 l/m untuk ketebalan 15 cm zeolit, untuk ketebalan 10 cm zeolit menghasilkan debit 0,639 l/m, dan untuk ketebalan 5 cm zeolit mengasilkan debit 0,377 l/m. Kombinasi filter pasir dan zeolit yang efektif digunakan adalah ketebalan pasir 10 cm dan zeolit 15 cm dikarenakan hasil yang di dapatkan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa debit yang di hasilkan lebih besar dari variasi lainnya dengan jangka waktu yang lebih cepat yaitu 84 menit dengan kapasitas volume 500 liter air.

Kata kunci: Filtrasi, Kekeruhan, Kombinasi, Efektivitas, Dwon-Flow

## ABSTRACT

**NIRFADILLAH NAHRIR.** Analysis of Filter Thickness Effectiveness in Water Treatment Installation Systems (supervised by Rita Tahir Lopa and Bambang Bakri).

The role of raw water is very important for human needs. Raw water is the beginning in the water treatment process. In overcoming the problem of raw water turbidity, a water purification process is needed according to predetermined standards. This research was conducted to obtain a water treatment model using a combination system of Malimpung sand and zeolite media with down flow with a combination of media thickness so as to produce water quality that can be used or meets the requirements for clean water quality standards. This research was conducted in a laboratory with two stages, namely sampling and testing. The method used is a laboratory experiment. The first stage is sampling at the study location. The second stage of testing in the laboratory, includes testing the characteristics of Malimpung sand and zeolite as filter media with 3 combinations of media thickness, namely 15 cm, 10 cm and 5 cm. In clean water treatment with a combination system of Malimpung sand and zeolite with a downflow model. The effect of time on discharge from the thickness combination was obtained for a sand thickness of 15 cm with 3 variations of zeolite thickness for a thickness of 15 cm the zeolite spent 224 minutes with a discharge yield of 1.799 l/m, while for a thickness of 10 cm it was carried out for 360 minutes with a discharge yield of 0.518 l/m m and for a thickness of 5 cm the zeolite was carried out for 360 minutes to produce a discharge of 0.365 l/m. Whereas for a sand thickness of 10 cm with 3 variations of zeolite thickness for a thickness of 15 cm the zeolite was carried out for 84 minutes to produce a discharge of 4.863 l/m, while for a thickness of 10 cm the zeolite was carried out for 210 minutes with a discharge yield of 1.847 l/m, and for a thickness of 5 cm of zeolite carried out for a maximum time of 360 minutes resulted in a discharge of 0.553 l/m. Next, for a sand thickness of 5 cm with 3 variations of zeolite thickness of 15 cm, 10 cm and 5 cm, it was carried out with a maximum time of 360 minutes with a discharge of 0.872 l/m for a thickness of 15 cm zeolite, for a thickness of 10 cm the zeolite produced a discharge of 0.639 l/m, and for a thickness of 5 cm the zeolite produces a discharge of 0.377 l/m. The effective combination of sand and zeolite filters used is a thickness of 10 cm sand and 15 cm zeolite because the results obtained in this study indicate that the resulting discharge is greater than the other variations with a shorter time period of 84 minutes with a volume capacity of 500 liters water.

**Keywords:** *Filtration, Turbidity, Combination, Effectiveness, Dwon-Flow*

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PENGAJUAN TESIS.....</b>	<b>ii</b>
<b>PERSETUJUAN TESIS .....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TESIS .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Rumusan Masalah.....	3
I.3 Tujuan Penelitian.....	4
I.4 Batasan Masalah.....	4
I.5 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II. TUJUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
II.1 Penelitian Terdahulu.....	5
II.2 Pasir .....	8
II.2.1 Pengertian pasir.....	8
II.2.2 Jenis pasir.....	8
II.3 Zeolite.....	9
II.3.1 Pengertian zeolit .....	9
II.3.2 Karakteristik zeolit.....	10
II.4 Air Baku .....	11

II.4.1	Definisi air baku.....	12
II.4.2	Karakteristik air baku.....	13
II.5	Penjernihan Air.....	13
II.6	Filtrasi.....	14
II.6.1	Jenis filter.....	15
II.6.2	Sistem pengaliran.....	15
II.6.3	Media filter dan distribusi media.....	16
II.6.4	Ukuran bak filter.....	17
II.6.5	Sistem filtrasi <i>down flow</i> .....	17
<b>BAB III.</b>	<b>METODELOGI PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
III.1	Lokasi dan waktu.....	19
III.2	Rancangan Penelitian .....	19
III.3	Alat dan Bahan Penelitian .....	19
III.4	Teknik Pengambilan Data .....	20
III.5	Diagram Air Penelitian.....	22
<b>BAB IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>23</b>
IV.1	Karakteristik Media Filter .....	23
IV.1.1	Analisa saringan.....	23
IV.1.2	Berat jenis .....	24
IV.2	Karakteristik Fisik Air Baku.....	25
IV.3	Karakteristik Pengujian Debit .....	25
IV.4	Pengaruh Ketebalan Media Terhadap Debit dan Kecepatan..	26
IV.5	Pengaruh Terhadap Debit .....	26
IV.5.1	Ketebalan pasir 15 cm dengan perbandingan 3 variasi ketebalan zeolit .....	26
IV.5.2	Ketebalan pasir 10 cm dengan perbandingan 3 variasi ketebalan zeolit .....	28
IV.5.3	Ketebalan pasir 5 cm dengan perbandingan 3 variasi ketebalan zeolit .....	29

IV.6 Analisa pengaruh ketebalan filter terhadap penurunan kekeruhan dan TSS.....	31
IV.6.1 Ketebalan pasir 15 cm dengan 3 ketebalan variasi zeolit.....	31
IV.6.1 Ketebalan pasir 10 cm dengan 3 ketebalan variasi zeolit.....	33
IV.6.3 Ketebalan pasir 5 cm dengan 3 ketebalan variasi zeolit.....	35
IV.7 Analisa Efektifitas Kombinasi Ketebalan.....	37
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>39</b>
V.1 Kesimpulan.....	39
V.2 Saran.....	39
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>41</b>

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1	Standar baku mutu kesehatan lingkungan untuk keperluan higiene sanitasi .....	11
Tabel 2	Hasil pengujian terhadap waktu.....	25
Tabel 3	Hasil pengujian ketebalan pasir 15 cm dengan 3 variasi zeolit.....	27
Tabel 4	Lanjutan hasil pengujian ketebalan pasir 15 cm dengan 3 variasi zeolit .....	28
Tabel 5	Hasil pengujian ketebalan pasir 10 cm dengan 3 variasi zeolite.....	29
Tabel 6	Hasil pengujian ketebalan pasir 5 cm dengan 3 variasi zeolite.....	30
Tabel 7	Lanjutan hasil pengujian ketebalan pasir 5 cm dengan 3 variasi zeolit.....	31
Tabel 8	Hasil pengujian nilai kekeruhan ketebalan pasir 15 cm ....	32
Tabel 9	Lanjutan hasil pengujian nilai kekeruhan ketebalan pasir 15 cm.....	33
Tabel 10	Hasil pengujian nilai kekeruhan ketebalan pasir 10 cm ....	34
Tabel 11	Lanjutan hasil pengujian nilai kekeruhan ketebalan pasir 10 cm.....	35
Tabel 12	Hasil pengujian nilai kekeruhan ketebalan pasir 5 cm .....	36
Tabel 13	Lanjutan hasil pengujian nilai kekeruhan ketebalan pasir 5 cm.....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1	Model alat filter <i>Down Flow</i> .....	20
Gambar 2	Bagan Alir Penelitian ( <i>Flow Chart</i> ).....	22
Gambar 3	Grafik Hasil Analisa Saringan Pasir Malimpung .....	24
Gambar 4	Grafik Hasil Analisa Saringan Zeolit.....	24
Gambar 5	Garafik hubungan antara debit ketebalan pasir 15 cm dengan 3 variasi zeolit .....	27
Gambar 6	Grafik hubungan antara debit ketebalan pasir 10 cm dengan 3 variasi zeolit .....	28
Gambar 7	Grafik hubungan antara debit ketebalan pasir 5 cm dengan 3 variasi zeolit .....	30
Gambar 8	Grafik hubungan antara waktu dan kekeruhan pada ketebalan pasir 15 cm .....	31
Gambar 9	Garfik penurunan TSS pasir 15 cm.....	32
Gambar 10	Grafik hubungan antara waktu dan kekeruhan pada ketebalan pasir 10 cm .....	33
Gambar 11	Garfik penurunan TSS pasir 10 cm.....	34
Gambar 12	Grafik hubungan antara waktu dan kekeruhan pada ketebalan pasir 5 cm .....	35
Gambar 13	Garfik penurunan TSS pasir 5 cm.....	36
Gambar 14	Kombinasi ketebalan efektif terhadap debit .....	37
Gambar 15	Kombinasi ketebalan efektif terhadap waktu.....	38

## DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

### Lambang/singkatan

NTU	:	Nephelometric Turbidity Uni
TSS	:	Total Suspended Solid
TDS	:	Total Dissolved Solids
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	:	Iron Trioxide
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	:	Alumunium Trioxide
CaO	:	Calcium Oxide
MgO	:	Magnesium Oxide
MnO <sub>2</sub>	:	Manganese Dioxide
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	:	Chromium Trioxide
Na <sub>2</sub> O	:	Sodium Oxide
K <sub>2</sub> O	:	Potassium Oxide
SiO <sub>2</sub>	:	Silicon Dioxide
TiO <sub>2</sub>	:	Titanium Dioxide
LOI	:	Loss On Ignition
MC	:	Moisture Content

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Air merupakan sumber daya alam yang penting bagi semua makhluk hidup. Manusia dalam kehidupan sehari-hari memerlukan air untuk berbagai keperluan mulai dari air minum, mencuci, mandi, dan kegiatan-kegiatan vital lainnya sehingga pengelolaan air menjadi pertimbangan yang utama untuk menentukan apakah sumber air yang telah diolah menjadi sumber air yang dapat digunakan atau tidak. Kusnaedi, 2002. Hal utama yang perlu diperhatikan dalam mengolah air yang akan dikonsumsi adalah menyediakan air yang aman dikonsumsi dari segi kesehatan. Sumber air, baik air permukaan maupun air tanah, akan terus mengalami peningkatan kontaminasi pencemar disebabkan meningkatnya aktivitas pertanian dan industri. Air hasil produksi yang diharapkan konsumen adalah air yang bebas dari warna, kekeruhan, rasa, bau, nitrat, ion logam berbahaya dan berbagai macam senyawa kimia organik seperti pestisida dan senyawa terhalogenasi. Permasalahan kesehatan yang berkaitan dengan kontaminan tersebut di atas meliputi kanker, gangguan pada bayi yang lahir, kerusakan jaringan saraf pusat, dan penyakit jantung. Sawyer, 1994.

Perkembangan peradaban dan bertambahnya jumlah penduduk di dunia menyebabkan bertambahnya aktivitas kehidupan manusia, yang mau tidak mau menambah pengotoran dan pencemaran air yang pada hakikatnya dibutuhkan. Beberapa abad yang lalu, manusia dalam memenuhi kebutuhan akan air (khususnya air minum) cukup mengambil dari sumber-sumber air yang ada di dekatnya dengan menggunakan peralatan yang sangat sederhana. Namun sekarang ini, khususnya di kota yang sudah langka akan sumber air minum yang bersih, masyarakat tidak mungkin menggunakan cara demikian. Di mana-mana air sudah tercemar, dan ini berarti harus menggunakan suatu peralatan modern untuk mendapatkan air minum agar terbebas dari berbagai penyakit. Sutrisno, dkk. 2006.

Pemakaian air rata-rata rumah tangga di perkotaan di Indonesia sebesar setiap orang 144 liter perharinya. Pemakaian terbesar adalah untuk keperluan mandi sebesar 60 liter perhari perorang atau 45 persen dari total pemakaian air. Kebutuhan

pokok minimal pemakaian air sendiri setiap orangnya mencapai 121 liter perharinya. Pemakaian tersebut antara lain untuk minum dan masak, cuci pakaian, mandi, bersih rumah, serta keperluan ibadah. Masih berdasarkan survei tersebut, menurut Poedjastanto kebutuhan pokok minimal Indonesia yaitu 70 liter/orang/hari. Dalam PP No 16 tahun 2005 disebutkan Pemerintah dan Pemerintah Daerah menjamin hak setiap orang dalam mendapatkan air minum bagi kebutuhan pokok minimal sehari-hari guna memenuhi kehidupan yang sehat, bersih dan produktif.

Penurunan kualitas air yang terjadi ada yang disebabkan tercemarnya air sumur oleh bakteri golongan coliform yang diakibatkan dari kepadatan penduduk, buruknya sistem pembuangan limbah masyarakat, pembuatan wc, septik tank dan sumur resapan yang kurang memenuhi persyaratan dengan baik ditinjau dari kualitas maupun tata letaknya terhadap sumber pencemar. Bakteri coliform adalah golongan bakteri intestinal, yaitu hidup dalam saluran pencernaan manusia. Bakteri coliform merupakan bakteri indikator keberadaan bakteri patogenik dan masuk dalam golongan mikroorganisme yang lazim digunakan sebagai indikator, di mana bakteri ini dapat menjadi sinyal untuk menentukan suatu sumber air telah terkontaminasi oleh patogen atau tidak.

Filtrasi merupakan salah satu proses pengolahan air, yang merupakan proses penghilangan partikel-partikel atau flok-flok halus yang lolos dari unit sedimentasi, dimana partikel-partikel atau flok-flok tersebut akan tertahan pada media penyaring selama air melewati media tersebut. Filtrasi diperlukan untuk penyempurnaan penurunan kadar kontaminan seperti bakteri, warna, bau, dan rasa, sehingga diperoleh air bersih yang memenuhi standar kualitas air minum. Asmadi, dkk., 2011.

Sejalan dengan kemajuan dan peningkatan taraf kehidupan, maka jumlah penyediaan air selalu meningkat untuk setiap saat. Akibatnya kegiatan untuk pengadaan sumber-sumber air baru, setiap saat terus dilakukan antara lain dengan:

1. Mencari sumber-sumber air baru baik berbentuk air tanah, air sungai, air danau.
2. Mengolah dan menawarkan air laut.
3. Mengolah dan menjernihkan kembali sumber air kotor yang telah tercemar seperti air sungai, air danau.

Pengadaan air bersih untuk kepentingan rumah tangga seperti untuk air minum, air mandi dan sebagainya harus memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan peraturan internasional (WHO dan APHA) ataupun peraturan nasional. Dalam hal ini kualitas air bersih di Indonesia harus memenuhi persyaratan yang tertuang dalam Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010.

Selain itu proses pengolahan air baku menjadi air minum, diperlukan pengolahan yang memenuhi standar kualitas yang ada, agar produk yang dihasilkan berkualitas tinggi dan tidak membahayakan kesehatan manusia. Pengolahan air minum yang sudah diterapkan di Indonesia berupa pengolahan konvensional yang terdiri dari koagulasi-flokulasi, sedimentasi dan filtrasi. Pengolahan konvensional ini memiliki keterbatasan seperti membutuhkan luas lahan besar, operasional dan perawatan yang rumit hingga kualitas air yang masih di bawah standar. Hal ini menimbulkan pemikiran untuk mengembangkan lebih jauh bahkan hingga memodifikasinya dengan teknologi baru. Akhir-akhir ini, salah satu teknologi yang banyak digunakan di negara- negara maju adalah teknologi membran. Teknologi ini merupakan teknologi yang ramah lingkungan karena tidak menimbulkan dampak yang buruk bagi lingkungan teknologi membran ini dapat mengurangi senyawa organik dan anorganik yang berada dalam air tanpa adanya penggunaan bahan kimia dalam pengoperasiannya. Wenten, 1999.

Penelitian ini diarahkan untuk menemukan suatu temuan baru tentang Desain model pengolahan air menggunakan model sistem kombinasi yaitu model saringan pengaliran air sungai dari atas ke bawah (*Down Flow*) dengan variasi ketebalan media filter sehingga didapatkan kualitas air memenuhi syarat. Pengolahan dengan sistem *Down Flow* merupakan suatu sistem pengolahan yang sangat sederhana dengan hasil air yang layak digunakan.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, dalam upaya pelaksanaan penelitian yang terarah, maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana Pengaruh waktu terhadap debit dari kombinasi ketebalan filter.

2. Bagaimana efektivitas sistem pengaliran *Down Flow* terhadap kombinasi filter.

### **I.3 Tujuan Penelitian**

1. Mendapatkan pengaruh waktu terhadap debit dari kombinasi ketebalan filter.
2. Mendapatkan kombinasi filter yang paling efektif.

### **I.4 Batasan Masalah**

Ada beberapa hal yang menjadi kondisi batasan penelitian ini, antara lain :

1. Air yang digunakan pada penelitian ini adalah air artificial yaitu air tanah yang telah dikeruhkan dengan tingkat kekeruhan sedang (100 NTU),
2. Jenis media filtrasi yang digunakan adalah pasir Malimpung dan *Zeolite*
3. Variasi ketebalan dari media filtrasi yang digunakan adalah 15 cm, 10 cm dan 5 cm.
4. Parameter yang diuji pada hasil pengolahan air baku adalah debit air, kekeruhan dan TSS (Total Suspended Solid),
5. Meode pengujian menggunakan standar SNI.
6. Sistem Penyaringan menggunakan sistem penyaringan *Down Flow*.

### **I.5 Manfaat Penelitian**

1. Sebagai referensi pembuatan rancangan filter sistem *Down Flow*.
2. Memberikan informasi tentang pengaruh jenis dan susunan media filter dalam pengolahan air.
3. Ikut membantu perbaikan kualitas lingkungan dan membudayakan kesadaran lingkungan.

## **BAB II**

### **TINJAUN PUSTAKA**

#### **II. 1 Penelitian Terdahulu**

Penelitian tentang pengolahan air dan sistem filtrasi telah banyak dilakukan dan menghasilkan kualitas air yang baik, penelitian penelitian yang terkait dengan penelitian ini, antara alain:

1. Ramdhani (2022) menganalisis efektivitas pasir lokal sebagai media filter dalam pengolahan air. Media pasir yang digunakan pasir lokal di Sulawesi Selatan yaitu pasir pantai Bira di Kabupaten Bulukumba, pasir Sungai Malimpung di Kabupaten Pinrang, pasir sungai Jenneberang di Kabupaten Gowa dan pasir sungai Tanralili di Kabupaten Maros. Dari hasil analisis penelitian ke empat pasir yang diuji pasir Malimpung Pinrang memenuhi ke tiga pengujian yang disyaratkan oleh SNI 3981:2008 dibandingkan dengan 3 pasir lainnya, yaitu nilai ES 0,23 nilai UC 2,19. Berat jenis pasir 2,59 gram/cm<sup>3</sup>, dan kandungan SiO<sub>2</sub> (silika) 97,07%.
2. Penelitian Yolli (2021) tentang model pengolahan air baku dengan sistem kombinasi filter *Down Flow – Up Flow*, pengaruh model filter sistem kombinasi downflow upflow terhadap pengolahan air baku cukup signifikan dan tingkat efektivitas pengolahan air baku dengan menggunakan sistem kombinasi downflow dan upflow cukup tinggi yaitu 76,98% sampai 99,13%.
3. Syahrir (2015) tentang efektivitas karakteristik pasir kuarsa Malimpung sebagai filter. Penelitian ini menggunakan sistem filtrasi *downflow* dengan tingkat kekeruhan 50 NTU. Penelitian menghasilkan bahwa pasir kuarsa Malimpung layak digunakan sebagai media filter dengan penyisihan tingkat kekeruhan 94,9% dan rasio debit 77%.
4. Abdul Rochman (2014) menganalisis kajian efisiensi proses dan operasi unit filter pada instalasi IPA paket kedunguling PDAM Kabupaten Sidoarjo. Media yang efektif dalam peningkatan kinerja unit filter dalam kajian penelitian ini adalah media yang susunannya yaitu antrasit setebal 25 cm dan pasir silika setebal 30 cm. Lama waktu backwash yang efektif dan

efisien unit filter dalam kajian penelitian ini adalah lama waktu backwash selama 7 menit di media yang efektif.

5. Deni Maryani (2014) Pengaruh Ketebalan Media dan Rate Filtrasi pada Sand Filter dalam Menurunkan Kekeruhan dan Total Coliform Pada penelitian ini dilakukan proses filtrasi dengan menggunakan sand filter sebagai salah satu metode dalam pengolahan air bersih. Pada sand filter proses penyaringan terjadi pada media filter yang sangat halus, seperti media filter pada unit slow sand filter. Kecepatan penyaringan yang diinginkan pada sand filter ini adalah kecepatan seperti pada unit rapid sand filter. Sehingga sand filter ini adalah penggabungan antara kelebihan yang dimiliki slow sand filter dan rapid sand filter. Variasi pada penelitian ini yaitu: tebal media pasir 80 cm dengan rate filtrasi 5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam, tebal media pasir 80 cm dengan rate filtrasi 7,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam, tebal media pasir 100 cm dengan rate filtrasi 5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam, tebal media pasir 100 cm dengan rate filtrasi 7,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam, tebal media pasir 120 cm dengan rate filtrasi 5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam dan tebal media pasir 120 cm dengan rate filtrasi 7,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.jam. Pada penelitian ini digunakan air baku yaitu air Kali Surabaya dengan nilai rata-rata total coliform 90.000 per 100 ml sampel dan nilai rata-rata kekeruhan 87,4 NTU. Dihasilkan bahwa penyisihan total coliform pada variasi tebal media 120 cm dan rate filtrasi 5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/jam dengan nilai efisiensi sebesar 99% dan kekeruhan paling baik terjadi pada variasi panjang variasi tebal media 100 cm dan rate filtrasi 5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/jam dengan nilai efisiensi sebesar 98,27%.
6. Hendrayani, dkk (2013) melakukan pengolahan air menggunakan *slow sand filter* dengan perpaduan variasi ketebalan media geotekstil dan arah aliran. Jenis geotekstil yang digunakan adalah tipe *nonwoven* dengan ketebalan 4 cm dan 6 cm, sedangkan arah aliran yang digunakan adalah *down flow* dan *up flow*. *Slow sand filter* yang digunakan disusun seri dengan tambahan unit *pretreatment* yaitu *roughing filter*. Parameter yang diperiksa adalah kekeruhan dan total coli. Hasil analisa yang diperoleh pada penelitian ini yaitu penyisihan kekeruhan sebesar 91,55%, penyisihan total coli sebesar 99,38% dengan menggunakan arah aliran *down flow* dengan ketebalan 6 cm,

dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa arah aliran *down flow* lebih baik daripada arah aliran *up flow*.

7. Suryani Syahrir (2012) Studi model efektivitas media pasir kuarsa pada proses filtrasi single medium (studi kasus sungai tiroang) Mula-mula sampel pasir kuarsa yang berasal dari Sungai Tiroang dimasukkan dalam wadah selanjutnya akan diuji di Laboratorium mekanika tanah untuk dilakukan pengujian berat jenis pasir dan analisa ayakan (sieve analysis). Selanjutnya data dianalisis untuk mengetahui apakah jenis pasir kuarsa Sungai Tiroang memenuhi kriteria sebagai pasir media, yaitu  $UC = d_{60}/d_{10}$  kurang dari 1,7 ( $UC < 1,7$ ) Jika tidak memenuhi, maka akan dilakukan pemilihan media filter yang sesuai dengan kriteria pasir media untuk saringan single medium dengan menggunakan persamaan yang ada. Pasir kuarsa yang sudah memenuhi persyaratan sebagai pasir media untuk saringan single medium dimasukkan dalam alat filtrasi dengan 5 variasi ketebalan berturut-turut yaitu ketebalan 610 mm, 630 mm, 650 mm, 670 mm, dan 690 mm. Dimana sebelumnya dilakukan pencucian sebanyak 6 kali untuk menghilangkan kotoran atau lumpur yang melekat pada pasir. Tinggi air di atas media yaitu 40 cm, sesuai dengan persyaratan untuk saringan single medium. Selanjutnya proses pengambilan data, yakni air yang sudah melewati media filter ditampung dalam wadah dalam setiap variasi ketebalan, dengan pengambilan data sebanyak 3 kali untuk masing-masing ketebalan media filter.
8. Mirdad Mahdi (2011) dengan judul “Pengaruh ketebalan dan diameter media saringan pasir lambat untuk mengolah air PDAM ditinjau dari parameter e.coli zat organik dan deterjen” 2011 Pada penelitian kali ini bertujuan untuk menyisahkan kandungan bahan zat organik bakteri E.coli serta deterjen surfactant di dalam air PDAM dengan menggunakan reaktor *slow sand filter single media* aliran *Down Flow*. Variasi yang digunakan pada penelitian kali ini yaitu rate filtrasi ketebalan media dan diameter media saringan pasir. Parameter penelitian ini meliputi zat organik deterjen surfactant dan bakteri E.coli. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai penurunan parameter zat organik deterjen surfactant dan bakteri E.coli pada

rate filtrasi 0.3 m/jam dan dengan menggunakan ketebalan media 100cm. Dihasilkan penurunan parameter untuk zat organik hingga 4.6 mg/liter deterjen surfactant hingga 0.027 mg/liter dan tidak terdapat bakteri E.coli.

## II.2 Pasir

### II.2.1 Pengertian pasir

Pasir adalah contoh bahan material yang berbentuk butiran. Butiran pada pasir, umumnya berukuran antara 0,0625 sampai 2 mm. Materi pembentuk pasir adalah silikon dioksida, tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropis umumnya dibentuk dari batu kapur. Hanya beberapa tanaman yang dapat tumbuh di atas pasir, karena pasir memiliki rongga-rongga yang cukup besar. Pasir memiliki warna sesuai dengan asal pembentukannya. Dan seperti yang kita ketahui pasir juga sangat penting untuk bahan material bangunan bila dicampurkan dengan perekat Semen.

Menurut Pettijohn, Potter, dan Siever, pasir dapat digolongkan menjadi tiga kategori utama yaitu pasir terigen (*terrigenous sand*), pasir karbonat (*carbonate sand*) dan pasir piroklastik (*pyroclastic sand*). Pasir terigen merupakan pasir yang terbentuk dari hasil pelapukan dan penghancuran batuan. Kemudian pasir tersebut diangkut oleh aliran fluida (air atau udara). Sebagian besar pasir karbonat merupakan endapan sedimen laut dan terutama disusun oleh rangka binatang, oolit, serta intraklas yang terbentuk pada tempat yang relatif berdekatan dengan lokasi pengendapannya. Pasir piroklastik adalah pasir yang terbentuk akibat letusan gunungapi. Pasir piroklastik dapat diendapkan dalam lingkungan yang beragam, baik lingkungan terestris maupun lingkungan akuatis. Istilah vulkaniklastik (*volcaniclastic*) juga diterapkan pada sebagian pasir, yakni pasir yang kaya akan material vulkanik. Pasir vulkaniklastik dapat berupa pasir piroklastik maupun pasir terigen (jika berasal dari *volcanic terrane*). Setyanto, 2010.

### II.2.2 Jenis pasir

Berikut adalah jenis pasir dan fungsinya sebagai media filter:

a. Pasir silika

Pasir Silika sering juga disebut dengan pasir kuarsa adalah untuk menghilangkan kandungan lumpur, tanah, partikel kecil dan sedimen

pada air. Biasanya difungsikan sebagai pre-filter untuk diproses dengan filter berikutnya. Silica Sand mempunyai komposisi gabungan dari  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ , dan  $\text{K}_2\text{O}$ , berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya. Pada umumnya Pasir Silika digunakan pada tahap awal sebagai saringan dalam pengolahan air kotor menjadi air bersih. Di dalam tabung filter, Silica Sand disusun secara bertahap, mulai dari ukuran yang paling halus sampai dengan ukuran yang kasar.

b. Pasir manganese

Pasir manganese berfungsi untuk menghilangkan kandungan mangan, besi atau hidrogen sulfida yang tampak seperti lapisan atas berminyak di dalam air minum atau air tanah atau air PDAM. Pasir Mangan ini adalah pasir yang dapat bereaksi dengan zat besi, mangan dan hidrogen sulfida di dalam air dan membentuk endapan yang kemudian terperangkap dalam media filter melalui oksidasi dan filtrasi. Besi dan mangan yang terlarut akan teroksidasi oleh kontak dengan oksida mangan tinggi pada butiran media filter ini melalui penyaringan dan dapat dihilangkan dengan cara backwashing.

## **II.3 Zeolite**

### **II.3.1 Pengertian zeolite**

Zeolit terbentuk dari abu vulkanik yang telah mengendap jutaan tahun silam. Sifat-sifat mineral zeolit sangat bervariasi tergantung dari jenis dan kadar mineral zeolit. Mineral zeolit ditemukan pada batuan sedimen piroklatik. Zeolit alam terbentuk dari reaksi antara batuan tufa asam berbutir halus bersifat rhyolitik dengan air pori atau air meteorik (air hujan). Mineral-mineral yang termasuk dalam grup zeolit terbentuk dari hasil sedimentasi debu vulkanik yang telah mengalami proses alterasi. Wahono (2007). Secara geologi, endapan zeolit terbentuk karena proses sedimentasi debu vulkanik pada lingkungan danau yang bersifat alkali (air asin), proses diagenetik (metamorfosa tingkat rendah), dan proses hidotermal. Zeolit merupakan salah satu adsorben alternatif yang memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi karena memiliki pori yang banyak dan mempunyai kapasitas

tukar kation yang tinggi dan dapat diaplikasi dalam rentang suhu yang luas sehingga sangat cocok digunakan sebagai adsorben. Zeolit adalah senyawa zat kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium, dan barium. Beberapa sifat yang dimiliki oleh zeolit adalah dehidrasi, adsorbs, penukar ion, katalisator, dan separator. Dehidrasi pada zeolit menyebabkan struktur pada pori yang sangat terbuka, dan mempunyai luas permukaan internal yang luas sehingga mampu mengadsorpsi sejumlah besar substansi selain air dan mampu memisahkan molekul 4 zat berdasarkan ukuran molekul dan kepolarannya. Sifat zeolit sebagai adsorben dan penyaring molekul, dimungkinkan karena struktur zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya.

### II.3.2 Karakteristik zeolite

Karakteristik zeolite ada beberapa ciri dari sifat-sifat yang dimiliki oleh zeolite yang kemudian menjadikan zeolite mempunyai kelebihan dan kemampuan dalam penggunaannya. Karakteristik dan sifat zeolit antara lain:

1. Sifat dehidrasi

Zeolit memiliki sifat dehidrasi, melepaskan molekul H<sub>2</sub>O saat dipanaskan. Secara umum struktur rangka zeolit akan menyusut

2. Sifat jebakan

Zeolit memiliki kapasitas yang tinggi sebagai adsorben (*adsorben*). Mekanisme adsorpsi yang dapat terjadi adalah adsorpsi fisik (melibatkan gaya *Van der Waals*), adsorpsi kimiawi (melibatkan gaya elektrostatis), ikatan plastis, dan pembentukan kompleks koordinasi. Molekul atau zat yang terserap akan menempati posisi pori-pori. Penyerapan (absorbansi) zeolit bergantung pada jumlah pori dan luas permukaan. Molekul dengan ukuran lebih kecil dari pori dapat diserap oleh zeolit.

3. Sifat pertukaran ion

Kation di pori-pori bertindak sebagai penetrasi muatan zeolit. Kation tersebut dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion dapat dengan mudah terjadi. Mekanisme pertukaran kation bergantung pada ukuran, muatan dan jenis zeolit.

4. Penyaringan, sifat pengayakan

Struktur rangka zeolit memiliki luas permukaan yang besar dan berperan sebagai saluran yang dapat menyaring ion / molekul (pengayak molekuler). Peran zeolit sebagai filter atau pemisah molekul didasarkan pada perbedaan bentuk, ukuran, dan polaritas molekul yang disaring.

Sifat ini disebabkan zeolit memiliki ukuran pori-pori tertentu. Molekul yang lebih kecil dari pori bisa masuk, sedangkan yang lebih besar dari pori bisa tersangkut.

5. Sifat Katalis

Sifatnya sebagai katalis didasarkan pada adanya void yang dapat digunakan sebagai katalis atau sebagai katalis pendukung reaksi katalitik. Kapasitas zeolit sebagai katalis berkaitan dengan ketersediaan pusat aktif pada saluran antar zeolit. Pusat aktif ini terbentuk karena adanya gugus fungsi *Bronsted* dan tipe *Lewis* yang bersifat asam.

## II.4 Air Baku

Air baku merupakan air yang berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan air hujan yang memenuhi syarat standar baku mutu. Berikut parameter fisik dalam standar baku mutu kesehatan lingkungan sesuai dengan Permenkes 32 Tahun 2017.

**Tabel 1** Standar baku mutu kesehatan lingkungan

No	Parameter Wajib	Unit	Standar Baku Mutu (kadar maksimum)
1	Kekeruhan	NTU	25
2	Warna	TCU	50
3	Zat padat terlarut (Total Dissolved Solid)	mg/l	1000
4	Suhu	°C	suhu udara $\pm 3$
5	Rasa		tidak berasa
6	Bau		tidak berbau

Sumber: Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017

Menurut peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan no 68 tahun 2016, persyaratan TSS untuk standar air baku yaitu 30 mg/L.

#### **II.4.1 Definisi air baku**

Sumber air baku memegang peranan yang sangat penting dalam industri air minum. Air baku atau raw water merupakan awal dari suatu proses dalam penyediaan dan pengolahan air bersih. Berdasarkan SNI 6774:2008 tentang spesifikasi unit paket instalasi pengolahan air dan SNI 6774:2008 tentang tata cara perencanaan unit paket instalasi pengolahan air pada bagian istilah dan definisi yang disebut dengan air baku yaitu air yang berasal dari sumber air permukaan, cekungan air tanah dan atau air hujan yang memenuhi ketentuan baku mutu tertentu sebagai air baku untuk air minum (sumber: S Novita, USU). Sumber air baku bisa berasal dari sungai, danau, sumur air dalam, mata air dan bisa juga dibuat dengan cara membendung air buangan atau air laut.

Sumber air yang layak harus berdasarkan ketentuan berikut:

- a. Kualitas dan kuantitas air yang diperlukan
- b. Kondisi iklim
- c. Tingkat kesulitan pada pembangunan intake
- d. Tingkat keselamatan operator
- e. Ketersediaan biaya minimum operasional dan pemeliharaan untuk IPA
- f. Kemungkinan terkontaminasinya sumber air pada masa yang akan datang
- g. Kemungkinan untuk memperbesar intake pada masa yang akan datang.

Dalam jumlah air yang kecil, air bawah tanah, termasuk air yang dikumpulkan dengan cara rembesan, bisa dipertimbangkan sebagai sebuah sumber air. Dimana kualitas sumber air bawah tanah secara umum sangat baik bagi air permukaan dan di beberapa tempat yang memiliki musim dingin yang bisa memanfaatkan salju sebagai sumber air. Hal ini adalah menghemat biaya operasional dan pemeliharaan karena secara umum kualitas air bawah tanah sangat baik sebagai air baku.

#### **II.4.2 Karakteristik air baku**

Penyediaan air bersih, selain kuantitasnya maka kualitasnya pun harus memenuhi standar yang berlaku. Dalam hal air bersih, sudah merupakan praktek

pada umumnya bahwa dalam menetapkan kualitas dan karakteristik untuk mendapatkan air baku dengan mutu tertentu (standar kualitas air). Maka untuk mendapatkan gambaran yang nyata tentang karakteristik air baku, maka kita memerlukan pengukuran sifat-sifat air yang disebut parameter kualitas air.

Standar kualitas air adalah baku mutu ditetapkan berdasarkan sifat-sifat fisika, kimia, radioaktif maupun bakteriologis yang menunjukkan persyaratan kualitas air tersebut. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 81 Tahun 2001 tentang pengolahan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

Air menurut kegunaannya digolongkan menjadi:

Kelas I Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas II Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/ sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas III Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

## **II.5 Penjernihan Air**

Dalam mengatasi masalah pemenuhan kebutuhan air bersih diperlukan penerapan teknologi penjernihan air yang sesuai dengan kondisi sumber air baku, kondisi sosial budaya, ekonomi dan SDM masyarakat setempat. Tujuan penjernihan air adalah menghilangkan pencemar (polutan) yang ada didalam air atau mengurangi kadarnya agar air dapat menjadi layak untuk digunakan untuk masyarakat pada akhir dari proses penjernihan.

Terdapat berbagai teknik penjernihan air yang bisa dilakukan. Teknik-teknik tersebut di antaranya adalah:

1. Penyaringan

Penyaringan adalah penjernihan air dengan cara menyaring air dengan menggunakan bahan seperti kain, kapas, pasir, kerikil, ijuk dan atau bahan lainnya untuk mendapatkan mutu air yang layak untuk dipakai oleh masyarakat.

2. Perebusan

Perebusan adalah penjernihan air dengan cara dipanaskan hingga mendidih (untuk air 100°C). Proses ini diperuntukkan membunuh bakteri, spora, ova, kista dan mensterilkan air.

3. Disinfeksi kimia

Disinfeksi kimia merupakan teknik penjernihan air menggunakan disinfektan atau bahan kimia yang bersifat racun dan mempunyai kemampuan membunuh mikroorganisme. Teknik penjernihan air dengan disinfektan kimia dapat dipergunakan pada genangan air, air dalam sumur dan lain sebagainya.

4. Bubuk pemutih

Bubuk pemutih adalah penjernihan air dengan cara menggunakan bubuk pemutih semisal tawas dan kapur gamping.

5. Tablet klorin

Tablet klorin adalah penjernihan air dengan cara menggunakan tablet klorin atau kaporit.

6. Filter

Filter adalah penjernihan air dengan cara menggunakan filter air khusus yang dibuat oleh pabrikan tertentu. Contoh yang biasa terdapat di pasaran adalah filter keramik 'lilin' dan UV filter.

7. Desalinasi

Desalinasi adalah penjernihan air dengan cara serangkaian metode dan alat khusus yang memanfaatkan pemanasan dengan sinar matahari.

## **II.6 Filtrasi**

Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluida (cair maupun gas) yang membawanya menggunakan suatu medium berpori atau bahan berpori lain

untuk menghilangkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid. Pada pengolahan air minum, filtrasi digunakan untuk menyaring air hasil dari proses koagulasi – flokulasi – sedimentasi sehingga dihasilkan air minum dengan kualitas tinggi. Di samping mereduksi kandungan zat padat, filtrasi dapat pula mereduksi kandungan bakteri, menghilangkan warna, rasa, bau, besi dan mangan. Perencanaan suatu sistem filter untuk pengolahan air tergantung pada tujuan pengolahan dan *pre-treatment* yang telah dilakukan pada air baku sebagai influen filter.

Filtrasi adalah proses penyaringan partikel secara fisik, kimia dan biologi untuk memisahkan atau menyaring partikel yang tidak terendapkan disedimentasi melalui media berpori. Selama proses filtrasi zat-zat pengotor dalam media penyaring akan menyebabkan terjadinya penyumbatan pada pori-pori media sehingga kehilangan tekanan akan meningkat. Joko, T (2010).

### II.6.1 Jenis filtrasi

Berdasarkan kecepatan alirannya, filtrasi dibagi menjadi:

1. *Slow sand filter* (saringan pasir lambat)

Filter ini merupakan penyaringan partikel yang tidak didahului proses pengolahan kimiawi (koagulasi). Kecepatan aliran dalam media pasir ini kecil karena ukuran media pasir lebih kecil. Saringan pasir lambat lebih menyerupai penyaringan air secara alami

2. *Rapid sand filter* (saringan pasir cepat)

Filter ini merupakan penyaringan partikel yang didahului proses pengolahan kimiawi (koagulasi). Kecepatan aliran air dalam media pasir lebih besar karena ukuran media pasir lebih besar. Filter ini digunakan untuk menyaring partikel yang tidak terendapkan di bak sedimentasi.

### II.6.2 Sistem pengaliran

Berdasarkan arah alirannya, filtrasi dibagi menjadi:

- a. *Down flow filtration* (filter aliran ke bawah)
- b. *Up flow filtration* (filter aliran ke atas)
- c. *Up flow - down flow filtration*

d. *Horizontal flow filtration*

Berdasarkan sistem pengaliran/*driving force*, filtrasi dibagi menjadi:

- a. *gravity filtration* (secara gravitasi)
- b. *pressure filtration* (aliran bertekanan)

### II.6.3 Media filter dan distribusi media

Bagian filter yang berperan penting dalam melakukan penyaringan adalah media filter. Media Filter dapat tersusun dari pasir silika alami, anthrasit, atau pasir garnet. Media ini umumnya memiliki variasi dalam ukuran, bentuk dan komposisi kimia. Pemilihan media filter yang akan digunakan dilakukan dengan analisa ayakan (*sieve analysis*). Hasil ayakan suatu media filter digambarkan dalam kurva akumulasi distribusi untuk mencari ukuran efektif (*effective size*) dan keseragaman media yang diinginkan (dinyatakan sebagai *uniformity coefficient*).

*Effective Size (ES)* atau ukuran efektif media filter adalah ukuran media filter bagian atas yang dianggap paling efektif dalam memisahkan kotoran yang besarnya 10 % dari total kedalaman lapisan media filter atau 10 % dari fraksi berat, ini sering dinyatakan sebagai *d10* (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:  $UC = d_{60}/d_{10}$ . *d60* adalah diameter butiran pada persentil.

Berdasarkan jenis dan jumlah media yang digunakan dalam penyaringan, media filter dikategorikan menjadi:

- a. *Single media*: Satu jenis media seperti pasir silika, atau dolomit saja. Filter cepat tradisional biasanya menggunakan pasir kwarsa. Pada sistem ini penyaringan SS terjadi pada lapisan paling atas sehingga dianggap kurang efektif karena sering dilakukan pencucian.
- b. *Dual media*: misalnya digunakan pasir silika, dan anthrasit. Filter *dual media* sering digunakan filter dengan media pasir kwarsa di lapisan bawah dan anthrasit pada lapisan atas

- c. *Multimedia*: misalnya digunakan pasir silica, anthrasit dan garnet atau dolomit. Fungsi multi media adalah untuk memfungsikan seluruh lapisan filter agar berperan sebagai penyaring.

#### **II.6.4 Ukuran bak filter**

Luas permukaan bak filter tergantung pada jumlah bak, debit pengolahan dan kecepatan (rate) filtrasi. Bak penyaring dapat berupa bak persegi atau berbentuk bulat. Jumlah bak ditentukan berdasarkan debit pengolahan dengan rumus pendekatan  $n = 12$ .

Bangunan unit sedimentsi terdiri dari 4 bagian (zona) yaitu:

1. Zona aliran masuk
2. Zona pengendapan
3. Zona penampungan lumpur
4. Zona aliran keluar

#### **II.6.5 Sistem filtrasi *down flow***

Sistem filtrasi *down flow* merupakan sistem saringan dimana air baku didistribusikan kedalam alat penyaringan dengan arah aliran air dari atas ke bawah. Secara umum, proses pengolahan air baku dengan sitem filtrasi *down flow* terdiri atas unit proses, yakni bak penampung air baku. Unit pengolahan air dengan filter pasir lambat *down flow* merupakan satu paket dimana kapasitas pengolahan dapat dirancang dengan berbagai macam ukuran sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan. Biasanya filter ini hanya terdiri dari sebuah bak untuk menampung air dan media penyaring pasir. Bak ini dilengkapi dengan sistem saluran bawah, inlet, outlet dan peralatan kontrol.

Struktur inlet dibuat sedemikian rupa sehingga air masuk kedalam saringan dan tidak merusak atau mengaduk permukaan media kerikil bagian atas. Sedangkan struktur outlet selain untuk pengeluaran air hasil olahan, berfungsi juga sebagai weir untuk kontrol tinggi muka air diatas lapisan.

Pengolahan air sunagi dengan menggunakan saringan *down flow* ini mempunyai keunggulan antara lain :

1. Air hasil penyaringan cukup bersih.
2. Membuatnya cukup mudah dan sederhana pemeliharaannya.
3. Bahan-bahan yang digunakan mudah didapatkan di daerah pedesaan.
4. Tidak memerlukan bahan kimia, sehingga biaya operasinya sangat murah.
5. Dapat menghilangkan zat besi, mangan, warna dan kekeruhan.
6. Dapat menghilangkan ammonia dan pollutan organic, karena proses penyaringan berjalan secara fisika biokimia.
7. Sangat cocok untuk daerah pedesaan dan proses pengolahan yang sangat sederhana.

Sedangkan beberapa kelemahan saringan pasir lambat *down flow* tersebut yakni antara lain :

1. Jika air bakunya mempunyai kekeruhan yang tinggi, beban filter menjadi besar, sehingga sering terjadi kebuntuan, akibatnya waktu pencucian filter menjadi pendek.
2. Kecepatan penyaringan rendah, sehingga memerlukan ruangan yang cukup luas.
3. Pencucian filter dilakukan secara manual, yakni dengan cara mengeruk lapisan pasir bagian atas dan dicuci dengan air bersih, dan setelah bersih dimasukkan kembali kedalam saringan seperti semula.
4. Karena tanpa bahan kimia, tidak dapat digunakan untuk menyaring air gambut.