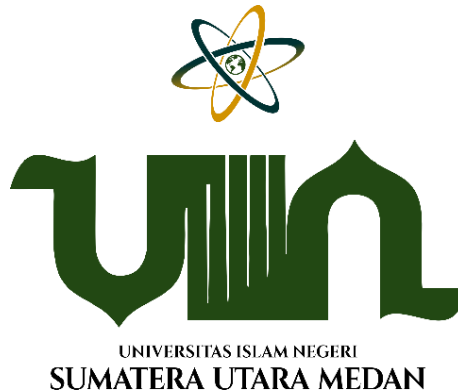


**Kluster : Penelitian Dasar Interdisipliner
No Registrasi Pendaftaran : 22116000057769**

LAPORAN PENELITIAN

**PENGOLAHAN AIR SUMUR BOR MENJADI AIR MINUM DENGAN
VARIASI FILTER *TREATED NATURAL ZEOLITE* (TNZ)**



PENELITI :

Ety Jumiati, S.Pd., M.Si (Ketua)

Efrida Pima Sari Tambunan, S.Pd., M.Pd (Anggota)

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

(LP2M)

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)

SUMATERA UTARA MEDAN

2022

LEMBAR PENGESAHAN

1. a. Judul Penelitian : Pengolahan Air Sumur Bor Menjadi Air Minum Dengan Variasi Filter *Treated Natural Zeolite* (TNZ)
b. Kluster Penelitian : Penelitian Dasar Interdisipliner
c. Bidang Keilmuan : Fisika
d. Kategori : Kelompok
2. Ketua Peneliti : Ety Jumiati, S.Pd., M.Si, dkk
3. ID Peneliti : 202701840410000
4. Unit Kerja : Fakultas Sains dan Teknologi
5. Waktu Penelitian : 5 Bulan
6. Lokasi Penelitian : Medan
7. Biaya Penelitian : Rp. 40.000.000,- (*Empat Puluh juta rupiah*)

Medan, Oktober 2022

Peneliti, Ketua

Disahkan Oleh Ketua
Lembaga Penelitian dan Pengabdian
Kepada Masyarakat (LP2M) UIN
Sumatera Utara Medan



Dr. Hasan Sazali, M.A
NIP. 197602222007011018

Ety Jumiati, S.Pd, M.Si
NIP. 1100000072

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ety Jumiati, S.Pd., M.Si
Jabatan : Lektor
Unit Kerja : Fisika / Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sumatera
Utara Medan
Alamat : Jl. Lapangan Golf. Desa Durian Jangak, Kecamatan
Pancur Batu Kabupaten Deli Serdang Provinsi
Sumatera Utara Medan

dengan ini menyatakan bahwa:

1. Judul penelitian "***PENGOLAHAN AIR SUMUR BOR MENJADI AIR MINUM DENGAN VARIASI FILTER TREATED NATURAL ZEOLITE (TNZ)***" merupakan karya original saya.
2. Jika di kemudian hari ditemukan fakta bahwa judul merupakan karya orang lain dan/atau plagiasi, dan sedang didanai maka saya akan bertanggung jawab untuk dan siap mendapatkan sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Medan, Oktober 2022

Yang Menyatakan,



Ety Jumiati, S.Pd., M.Si
NIP. 1100000072

**PENGOLAHAN AIR SUMUR BOR MENJADI AIR MINUM
DENGAN VARIASI FILTER *TREATED*
NATURAL ZEOLITE (TNZ)**

ABSTRAK

Sumber air sumur bor yang berasal dari air tanah dangkal tidak sepenuhnya terbebas dari sifat kimia dan mikrobiologi yang berbahaya seperti pH, mangan dan total bakteri coliform. Tujuan penelitian ini adalah mengolah air sumur bor menjadi air minum dengan variasi filter *Treated Natural Zeolite* (TNZ). Media filter yang digunakan yaitu TNZ RC. 42, *Cartridge granular* karbon aktif, dan *Melt Blown Filter Cartridge* 3 mikrometer dan 1 mikrometer. Parameter yang diuji meliputi uji kimia (pH dan mangan), uji mikrobiologi. Variasi susunan filter yang optimum yaitu pada sampel A dengan susunan filter (*Treated Natural Zeolite* (TNZ) tipe RC. 42 - *Cartridge granular* karbon aktif - *Melt Blown Filter Cartridge* 1 mikrometer) yang memiliki nilai kadar pH sebesar 7,01 mg/L, kadar mangan sebesar 0,380 mg/L dan total coliform sebesar 0 CFU/100 ml yang telah memenuhi standar maksimal yang diperbolehkan air minum sesuai PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 sehingga air minum ini layak untuk dikonsumsi masyarakat.

Kata kunci : Air Sumur Bor, *Cartridge granular* karbon aktif, *Melt Blown Filter Cartridge* dan *Treated Natural Zeolite*.

KATA PENGANTAR



Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas Rahmat dan Karunia-Nya sehingga dapat menyempurnakan penyelesaian buku yang berjudul “*Pengolahan Air Sumur Bor Menjadi Air Minum Dengan Variasi Filter Treated Natural Zeolite (TNZ)*”. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Muhammad SAW beserta kerabat, sahabat, para pengikutnya sampai akhir zaman, adalah sosok yang telah membawa manusia dan seisi alam dari kegelapan ke cahaya sehingga kita menjadi manusia beriman, berilmu, dan tetap beramal shaleh agar menjadi manusia yang berakhlak mulia.

Penulisan buku ini bertujuan untuk melengkapi persyaratan luaran penelitian. Buku ini juga diharapkan dapat menambah wawasan ilmu pengetahuan, khususnya pendidikan fisika dalam instalasi nilai-nilai Islam yang terpadu dalam proses pembelajaran di lingkungan Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.

Dalam penulisan buku ini, saya sangat menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang perlu perbaikan di sana sini, sumbangan pemikiran yang membangun sangat penulis harapkan dari rekan-rekan sejawat terutama dari dosen-dosen senior. Juga usulan dari para pengguna buku ini terutama mahasiswa Fisika.

Medan, Oktober 2021

Penulis

Ety Jumiati, S.Pd., M.Si
NIP. 1100000072

DAFTAR ISI

	Hal
LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Air Minum	5
2.2 Air Sumur Bor	8
2.3 Filtrasi	9
2.4 <i>Treated Natural Zeolite (TNZ)</i>	10
2.5 Karbon Aktif	12
2.6 <i>Melt Blown Filter Cartridge</i>	14
2.7 Karakteristik Pengujian Sifat Fisis, Kimia dan Mikrobiologi	15
2.8 Penelitian yang Relevan	17
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu	19
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	19
3.3 Desain Penelitian	20
3.4 Bagan Alir Penelitian	21

3.5	Prosedur Penelitian	24
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Data Hasil Perhitungan Debit dan Kecepatan Aliran Air Minum	25
4.2	Data Air Sumur Bor Sebelum Proses Pemfilteran	28
4.3	Data Air Sumur Bor Sesudah Proses Pemfilteran	28
4.4	Pembahasan Penelitian	32
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	33
5.2	Saran	33
	DAFTAR PUSTAKA	34
	LAMPIRAN	40

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Hal
2.1	Persyaratan Kualitas Air Minum Menurut PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010	6
2.2	Tipe <i>Treated Natural Zeolite</i> (TNZ)	12
2.3	Keunggulan Karbon Aktif	13
3.1	Variasi Susunan Pemfilteran	20
4.1	Data Hasil Perhitungan Debit	25
4.2	Data Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran	26
4.3	Hasil Data Kualitas Air Sumur Bor Sebelum Pemfilteran	28
4.4	Data Parameter Uji pH	29
4.5	Data Parameter Uji Mangan	30
4.6	Data Parameter Uji Total Coliform	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Hal
2.1	Skema Struktur Pori Karbon Aktif	13
2.2	Granular Karbon Aktif	14
2.3	<i>Melt Blown Filter Cartridge</i>	14
3.1	Gambar Desain Penelitian	21
3.2	Diagram Alir Tahap Pengujian Air Sumur Bor Sebelum Pemfilteran	21
3.3	Diagram Alir Tahap Pengujian Air Sumur Bor Sesudah Pemfilteran	22
3.4	Arah Aliran Pada Media Filter	23
4.1	Grafik Nilai Debit	26
4.2	Grafik Nilai Kecepatan Aliran Air	27
4.3	Grafik Nilai Pengukuran pH Setelah Proses Pemfilteran	29
4.4	Grafik Nilai Pengukuran Mangan Setelah Proses Pemfilteran	30
4.5	Grafik Nilai Pengukuran Total Coliform Setelah Proses Pemfilteran	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul Lampiran
1	Gambar Alat Penelitian
2	Gambar Bahan Penelitian
3	Dokumentasi Proses Pemfilteran Air
4	Data Hasil Perhitungan Debit Aliran Dan Kecepatan Aliran Air Minum
5	Hasil Pengujian Kimia dan Mikrobiologi Air Minum
6	Data Hasil Perhitungan Persentase Penurunan Kadar pH, Mangan dan Total Coliform
7	PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Penyediaan air sangat penting didalam kehidupan manusia, terutama di Indonesia seperti dikota Medan. Menurut Ir. H. Akhyar Nasution, M.Si selaku Plt. Wali kota Medan pada Jum'at/22 Januari 2021, beliau mengharapkan dengan dibangunnya SPAM dikota Medan, Binjai dan Deli Serdang dapat dijadikan solusi untuk pemenuhan akan kebutuhan air bersih bagi masyarakat wilayah kota Medan. Hal serupa juga dikatakan oleh Edy Rahmayadi selaku Gubernur Sumatera Utara bahwa masalah air minum di Sumatera Utara telah terjadi sejak lama, yang mana masyarakatnya masih terdapat kekurangan akan akses air bersih. Dimana untuk Sumatera Utara itu membutuhkan air minum sebesar 11.000 liter/detik, sementara kesediaan akan fasilitas yang ada untuk kebutuhan air minum sebesar 7.000 liter/detik.

Air minum atau air bersih adalah hal yang penting karena berhubungan dengan kesehatan dan keberlangsungan hidup manusia. Fungsi air di dalam tubuh manusia sangat penting, seperti membantu proses pencernaan, mengatur suhu tubuh dan membantu membawa nutrisi dan oksigen kedalam sel-sel tubuh. Didalam tubuh manusia terdapat cairan berupa air yaitu 50-60% dari total berat badan. Jika seseorang kurang mengkonsumsi cairan didalam tubuh maka akan berakibat terjadinya hidrasi, yang dapat berbahaya untuk kesehatan dan dapat menyebabkan tubuh menjadi lemas. Pemenuhan air minum dari air tanah atau sumur bor sangatlah terbatas dan kurang memenuhi dalam persyaratan air minum. Kondisi ini menjadi pertimbangan untuk dapat memanfaatkan dan pengolahan air sumur bor menjadi air minum yang layak sehingga dapat mengatasi permasalahan kekurangan air minum dan mengurangi biaya untuk pembelian air minum disekitar kota Medan.

Air minum yang sehat harus sesuai dengan persyaratan kesehatan yang telah ditetapkan melalui PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Masalah utama pada air sumur adalah bau dan warna, dimana terdapat bau tak sedap dan warna kekuning-kuningan dari karat suatu logam. Dimana air yang berbau logam dan warna kekuningan itu disebabkan

karena banyak mengandung besi, mangan, aluminium dan logam lainnya yang berbahaya bagi kesehatan.

Sumber air sumur bor pada penelitian ini yaitu berasal dari air sumur bor di Mesjid Al-haud Jalan Bunga Rinte Raya Komplek Greatland, dimana air sumur bor ini memiliki ciri fisik berwarna sedikit kekuning-kuningan dan tidak berbau, namun diantara ciri fisik yang baik, belum tentu baik dalam parameter kimia dan mikrobiologinya. Setelah dilakukan pengujian air sumur bor tersebut, ternyata air sumur bor ini belum memenuhi baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air bersih menurut PERMENKES RI No. 32 tahun 2017 dan belum memenuhi kualitas air minum menurut PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010.

Beberapa metode yang dilakukan untuk pengolahan air berupa filtrasi yaitu menggunakan media filter dengan bahan zeolite dan karbon aktif. Dari hasil penelitian sebelumnya menurut Gianina Qurrata Dinora dan Alfian Purnomo (2013) tentang air tanah yang terdapat zat kapur dapat dilakukan proses filter dengan media zeolit dan karbon aktif sehingga menghasilkan air yang bersih. Sedangkan penelitian yang dilakukan Widia Rahmawati, dkk (2016) tentang studi efisiensi dengan melakukan cara pembuatan dan mengolah air hujan menjadi air minum dengan menggunakan reaktor kombinasi media filter TNZ, karbon aktif dan *Melt Blown Filter Cartridge*.

Dari pembahasan diatas maka peneliti tertarik untuk meneliti tentang pengolahan air sumur bor menjadi air minum dengan variasi filter *Treated Natural Zeolite* (TNZ). Dimana *Treated Natural Zeolite* (TNZ) mempunyai beberapa jenis tipe dan TNZ yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tipe TNZ RC. 42 serta bahan lain yang digunakan berupa *Cartridge granular* karbon aktif, dan *Melt Blown Filter Cartridge*. Parameter yang akan diuji harus memenuhi persyaratan kualitas air minum sesuai PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010.

1.2. PERUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana cara pengolahan air sumur bor menjadi air minum dengan variasi filter *Treated Natural Zeolite* (TNZ), *Cartridge granular* karbon aktif, dan *Melt Blown Filter Cartridge*?

2. Apakah pengolahan air sumur bor menjadi air minum dengan variasi filter *Treated Natural Zeolite* (TNZ) dapat memenuhi PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010?

1.3. BATASAN MASALAH

Adapun batasan masalah yang di bahas dalam penelitian ini adalah:

1. Air sumur bor berasal dari air sumur bor masjid Al-Haud, Jalan Bunga Rinte Raya Simpang Selayang-Medan Tuntungan.
2. Media filter air sumur bor yang digunakan adalah *Treated Natural Zeolite* (TNZ) tipe RC.42, *Cartridge granular* karbon aktif, *Melt Blown Filter Cartridge* ukuran 3 mikrometer dan 1 mikrometer.
3. Penyusunan variasi media filter antara lain :
 - Sampel A (TNZ-RC.42 - *Cartridge granular* karbon aktif - *Melt Blown Filter Cartidge* 1 mikrometer).
 - Sampel B (*Cartridge granular* karbon aktif - TNZ-RC.42 - *Melt Blown Filter Cartidge* 1 mikrometer).
 - Sampel C (TNZ-RC.42 - *Melt Blown Filter Cartidge* 3 mikrometer - *Melt Blown Filter Cartidge* 1 mikrometer).
 - Sampel D (*Cartridge granular* karbon aktif - *Melt Blown Filter Cartidge* 3 mikrometer - *Melt Blown Filter Cartidge* 1 mikrometer).
4. Melakukan pengujian meliputi : parameter kimia (pH dan mangan) dan parameter mikrobiologi (total coliform).
5. Standar air minum harus memenuhi PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010.

1.4. TUJUAN

1. Untuk mengetahui cara pengolahan air sumur bor menjadi air minum dengan variasi filter *Treated Natural Zeolite* (TNZ), *Cartridge granular* karbon aktif, dan *Melt Blown Filter Cartridge*.
2. Untuk mengetahui pengolahan air sumur bor menjadi air minum dengan variasi filter *Treated Natural Zeolite* (TNZ) dapat memenuhi PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010.

1.5. MANFAAT PENELITIAN

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menerapkan hasil dari pengolahan air sumur bor menjadi air minum dengan variasi filter *Treated Natural Zeolite* (TNZ) sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.492/MENKES/PER/IV/2010 dan dapat dikonsumsi oleh masyarakat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. AIR MINUM

Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan (No.492/MENKES/PER/IV/2010).

Berdasarkan letak sumber air, air dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu:

a. Air Hujan

Air hujan adalah sumber utama air di bumi. Walaupun pada saat presipitasi merupakan air yang paling bersih. Air hujan cenderung mengalami pencemaran ketika berada di atmosfer yang disebabkan oleh partikel debu, mikroorganisme, dan gas misalnya karbon dioksida, nitrogen dan amonia.

b. Air Permukaan

Air permukaan adalah air yang berasal dari danau, sungai, telaga, rawa, waduk, terjun dan sumur permukaan. Air permukaan yang meliputi badan-badan air seperti sungai, danau, telaga, waduk, rawa, terjun, dan sumur permukaan. Pada air permukaan ini termasuk jenis air yang sudah terkontaminasi dan bercampur dengan kotoran sehingga sebelum dijadikan sumber air maka harus dilakukan proses pengolahan air agar bersih.

c. Air Tanah

Air tanah yaitu air yang berasal dari air hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Setelah itu mengalami proses penyerapan ke dalam tanah dan mengalami filtrasi secara alamiah. Kelebihan yang dimiliki dari air tanah yaitu biasanya air tanah terbebas dari bakteri penyakit dan tidak perlu lagi melakukan proses penjernihan air dan air tanah memiliki persediaan air yang cukup hingga sepanjang tahun. Sedangkan kelemahan air tanah yaitu mengandung unsur zat mineral dengan konsentrasi yang tinggi, berupa kalsium, magnesium, logam berat seperti besi yang dapat menyebabkan kesadahan air dan diperlukan alat bantu berupa pompa air untuk membantu mengalirkan air ke atas permukaan.

Adapun air tanah terbagi atas dua bagian yaitu:

a. Air Tanah Dangkal

Air tanah dangkal terbentuk dari proses peresapan air dari permukaan tanah. Sementara lumpur dan sebagian bakteri akan menempel, ini menyebabkan air tanah dapat jernih tetapi masih banyak mengandung zat-zat kimia karena melalui lapisan tanah yang terdapat unsur-unsur kimia tertentu disetiap lapisan tanahnya. Semakin dekat sumber air yang diambil dari permukaan tanah maka akan terdapat pengotoran pada air tanah tersebut. Air tanah dangkal ini biasanya digunakan untuk sumber air minum yaitu melalui sumur-sumur dangkal.

b. Air Tanah Dalam

Air tanah dalam diperoleh dari sesudah lapisan rapat air yang pertamanya. Pada pengambilan air ini digunakan alat bor karena mempunyai kedalaman sekitar 100-300 meter. Semakin besar tekanan air ini maka dapat menyebabkan air menyembur ke permukaan sumur. Dimana sumur ini dinamakan sumur atesis. Pada air tanah dalam ini diharuskan menggunakan alat bantu pompa jika air tidak bisa keluar.

c. Mata Air

Mata air adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam, hampir tidak terpengaruhi oleh musim dan kuantitas serta memiliki kualitas yang sama dengan air tanah dalam.

Adapun parameter yang diuji harus sesuai dengan persyaratan kualitas air minum menurut PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Persyaratan Kualitas Air Minum Menurut PERMENKES RI
No.492/MENKES/PER/IV/2010

Parameter Analisa	Satuan	Standar maksimum yang diperbolehkan
Fisika		
1. Warna	Pt/Co	15
2. Bau	-	Tidak Berbau
3. Rasa	-	Tidak berasa
4. Total padatan terlarut (TDS)	mg/L	500

Kimia		
1. Chorium total (Cr Total) terlarut	mg/L	0,05
2. Cadmium (Cd) terlarut	mg/L	0,03
3. Nitrat (NO ₃ – N)	mg/L	50
4. Nitrit (NO ₂ – N)	mg/L	3
5. Besi (Fe) terlarut	mg/L	0,3
6. Kesadahan (CaCO ₃)	mg/L	500
7. Khlorida (Cl)	mg/L	250
8. Mangan (Mn) terlarut	mg/L	0,4
9. pH		6,5 – 8,5
10. Seng (Zn)s terlarut	mg/L	3
11. Sulfat (SO ₄)	mg/L	250
12. Tembaga (Cu) terlarut	mg/L	2
13. Amonia (NH ₃ – N)	mg/L	1,5
14. Arsen (As)	mg/L	0,01
15. Timbal (Pb) terlarut	mg/L	0,01
16. Zat Organik (KMNO ₄)	mg/L	10
Mikrobiologi		
1. Total Coliform	CFU/100 ml	0
2. E. Coli	CFU/100 ml	0

Berikut penghitungan dalam pengolahan air minum yaitu:

- a. Rumus untuk menghitung debit aliran yaitu:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (2.1)$$

Keterangan:

Q = Debit aliran (liter/detik)

V = Volume wadah penampungan air (liter)

t = Waktu yang dibutuhkan air untuk mengisi gelas kimia (detik)

- b. Rumus untuk menghitung kecepatan aliran air dalam reaktor yaitu:

$$v = \frac{Q}{A} \quad (2.2)$$

Keterangan:

v = Kecepatan aliran air (meter/detik)

Q = Debit aliran (m³/detik)

A = Luas penampang ($A = \frac{1}{4} \pi D^2$) (meter²)

D = Diameter pipa yang digunakan pada reaktor (meter)

2.2 AIR SUMUR BOR

Air sumur bor berasal dari air yang dihasilkan dari sumur bor, sedangkan sumur bor yaitu suatu jenis sumur dengan melakukan proses pengeboran pada lapisan tanah yang lebih dalam atau jauh dari permukaan tanah sehingga diperoleh air tidak terlalu terkontaminasi. Biasanya air sumur bor ini diambil dengan menggunakan alat pompa mesin.

Secara teknis sumur dibagi menjadi dua macam yaitu:

a. Sumur dangkal

Sumur dangkal termasuk tipe sumur yang sangat mudah terkena kotoran.

b. Sumur dalam

Sumur dalam lebih diutamakan karena telah mengalami purifikasi alami sehingga tidak mudah terkena kotoran.

Air tanah tertekan adalah air dari akifer yang sepenuhnya jenuh air, dengan bagian atas dan bawah dibatasi oleh lapisan yang kedap air. Pengambilan sampel yang berupa air tanah tertekan dapat dilakukan di tempat-tempat sebagai berikut:

- a. Sumur produksi air tanah untuk pemenuhan kebutuhan perkotaan, pedesaan, pertanian dan industri.
- b. Sumur produksi air tanah PAM maupun sarana umum.
- c. Sumur pemantauan kualitas air tanah.
- d. Lokasi kawasan industri.
- e. Sumur observasi air tanah di suatu cekungan air tanah artesis, misalnya cekungan artesis Bandung.
- f. Sumur observasi di wilayah pesisir yang mengalami penyusupan air laut.
- g. Sumur observasi penimbunan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).
- h. Sumur yang lain yang dianggap perlu.

Allah SWT berfirman dalam Q.S Al-Waqiah/56 ayat 68-70 bahwa:

أَفَرَأَيْتُمُ الْمَاءَ الَّذِي تَشْرَبُونَ (٦٨) ءَأَنْتُمْ أَنْزَلْتُمُوهُ مِنَ الْمُزْنِ أَمْ نَحْنُ الْمُنزِلُونَ (٦٩)
لَوْ نَشَاءُ جَعَلْتُهُ أَجَاجًا فَلَوْلَا تَشْكُرُونَ (٧٠)

Artinya:

“Maka terangkanlah kepadaku tentang air yang kamu minum. Kamukah yang menurunkannya atau kamukah yang menurunkannya? Kalau kami kehendaki, niscaya kami jadikan dia asin, maka mengapakah kamu tidak bersyukur”.

Dari ayat diatas dapat dijelaskan bahwa Allah menurunkan air dari langit yang menjadi anugrah yang sangat luar biasa bagi kehidupan manusia. Tanpa adanya air tidak mungkin manusia dapat melakukan aktivitas dalam kehidupan sehari-hari. Air juga berfungsi untuk membersihkan tubuh dari berbagai macam hadas dan kotoran sebagai sarana ibadah kepada Allah SWT, seperti mandi, istinja atau membersihkan kotoran dan wudhu yang semuanya merupakan persyaratan untuk ibadah kepada Allah SWT.

2.3 FILTRASI

Filtrasi merupakan suatu cara menyaring atau yang memisahkan molekul padatan dengan cairan pemisahan padatan dari cairan dengan menggunakan media yang berpori yang berfungsi untuk mengurangi padatan tersuspensi dan koloid yang halus. Hasil kualitas air dari pemfilteran bergantung dari ukuran pori dari media filter yang digunakan. Filtrasi juga dapat mengurangi kandungan bakteri, seperti menghilangkan warna, rasa, bau, besi dan mangan. Selama filtrasi, pengotor dalam media filter akan menyebabkan penyumbatan pada lubang pada material, yang dapat meningkatkan penurunan tekanan (Sadaruddin, 2020).

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses filtrasi yaitu: (Millatisilmi, 2020)

a. Debit filtrasi

Debit filtrasi merupakan proses melewati media filter yang ditampung di dalam wadah dengan volume tertentu dengan volume per waktu.

b. Ketebalan media filter

Ketebalan media filter merupakan lapisan ketebalan suatu filter dalam proses filtrasi. Ketebalan filter ini sangat berpengaruh terhadap waktu kontak air dengan filter. Hal ini disebabkan semakin tebal media filter maka semakin lama waktu kontak air dengan media filter tersebut sehingga banyak ruang kosong diantara partikel yang masuk maka semakin banyak penyisihan yang menyebabkan hasil filtrasi semakin baik.

c. Lama pemakaian media filter

Media filter yang digunakan secara terus menerus akan menyebabkan penurunan hasil kualitas penyaringan. Ini disebabkan karena media filter

sudah mengalami penyumbatan sehingga perlu dicuci Kembali agar dapat digunakan secara maksimal.

d. Waktu kontak

Waktu kontak adalah lama kontak antara air dengan media filter. Semakin lama kontak air dengan proses filtrasi maka kualitas penyaringan akan semakin baik.

2.4 TREATED NATURAL ZEOLITE (TNZ)

Zeolit merupakan mineral aluminosilikat dengan struktur tiga dimensi. Zeolit terdiri dari silika tetrahedral (SiO_4^{-4}) dan alumina (Al O_4^{-5}) dengan rongga yang diisi dengan molekul air dan ion logam, sering kali logam alkali dan alkali tanah yang dapat dipertukarkan. Logam alkali dan alkali tanah terdapat dalam zeolit seperti Na, K, Ca dan Mg. Zeolit memiliki sifat khusus seperti saringan molekuler, pertukaran ion, stabilitas termal, selektivitas permukaan dan denaturasi, sehingga banyak digunakan dalam industri sebagai katalis, penukar ion dan aditif dalam pengolahan air limbah.

Zeolit tidak mengalami perubahan struktur yang berarti bila dipanaskan pada suhu tinggi serta tahan terhadap oksidasi dan reduksi. Pada pemanasan 600°C , sebagian zeolit tidak memberikan perubahan posisi ion dalam kristal dan tidak menyebabkan perubahan struktur. Beberapa jenis zeolit tahan terhadap perlakuan kimia pada $\text{pH} < 3$ dan $\text{pH} > 12$. Zeolit dan struktur rangka tiga dimensi akan mempunyai luas permukaan yang besar sehingga memungkinkan zeolit dapat menyerap molekul gas pada posisi molekul air dalam kristal zeolit. Kemampuan adsorpsi ini tidak hanya ditentukan ukuran partikel, tetapi ditentukan juga oleh muatan dan lokasi kation berada dalam rongga zeolit. Zeolit perlu diaktivasi untuk menguapkan molekul air sebelum dipakai sebagai adsorben.

Menurut Oktavius (2015) zeolit mempunyai sifat-sifat kimia antara lain:

1. Dehidrasi

Sifat dehidrasi zeolit berpengaruh terhadap sifat serapannya. Keunggulan zeolit terletak pada struktur porinya yang bersifat spesifik. Pada zeolit alat di dalam pori-porinya terdapat kation atau molekul air. Bila kation-kation

atau molekul air tersebut dikeluarkan dari dalam pori dengan suatu perlakuan tertentu maka zeolit akan meninggalkan pori yang kosong.

2. Penyerapan

Dalam keadaan normal ruang hampa dalam Kristal zeolit terisi oleh molekul air yang berada disekitar kation. ketika zeolit dipanaskan maka air tersebut akan keluar. Zeolit yang telah dipanaskan dapat berfungsi sebagai penyerap gas atau cairan.

3. Penukar ion

Ion-ion pada rongga berguna untuk menjaga kenetralan zeolit. Ion-ion ini dapat bergerak bebas sehingga pertukaran ion yang terjadi tergantung dari ukuran dan muatan maupun jenis zeolitnya. Sifat sebagai penukar ion dari zeolit antara lain tergantung dari sifat kation, suhu dan jenis anion.

4. Penyaring/ pemisah

Zeolit sebagai penyaring molekul maupun pemisah didasarkan atas perbedaan bentuk ukuran, dan porositas molekul yang dosaring. Sifat ini disebabkan zeolit mempunyai ruang hampa yang cukup besar. Molekul yang berukuran lebih besar dari ruang hampa akan ditahan.

Treated Natural Zeolite adalah media berupa filter atau penyaring air yang berbentuk butiran yang mempunyai ukuran 1 mm dan diperoleh dari bahan tambang dengan melalui proses khusus secara fisik dan kimiawi. TNZ mempunyai tingkat kekerasan sekitar 3,5 - 4 skala Mohs dan $\frac{1}{2}$ dari kekerasan pasir silika dengan skala 7 Mohs, sehingga butiran TNZ tersebut tidak mudah hancur dan pecah. Maka fungsi penyaringan TNZ ini sama efektifnya dengan pasir silika, yaitu aman digunakan dan dapat menurunkan kadar kekeruhan, TSS dan kotoran fisik lainnya.

TNZ ini juga memiliki sifat dan fungsi dari penyaringan pasir aktif, karbon aktif dan resin, sehingga TNZ disebut juga media "3 in 1". Keunggulan dari TNZ adalah seluruh permukaan molekul TNZ berbentuk pori-pori yang menembus permukaan dihadapannya, membentuk banyak terowongan kosong. Hal ini dapat membuat daya serap (adsorpsi) TNZ menjadi sangat besar.

Adapun tipe *Treated Natural Zeolite* (TNZ) yaitu dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Tipe *Treated Natural Zeolite* (TNZ)

Media Penyaring Filtrasi	Fungsi	pH Air Baku
TNZ - RC. 22 CATIONIC EXCHANGER	Ca, Mg, T. Kesadahan, Logam Berat	Asam
TNZ - RC. 32 CATIONIC EXCHANGER	TDS, TSS, CO ₂ , Alkalinity	Basa
TNZ - RC. 42 CATIONIC EXCHANGER	Fe, Mn, Bau, Warna, Organic	Netral
TNZ - RC. 52 CATIONIC EXCHANGER	Cl ⁻ , SO ₄ , Salinitas, Payau	-

(Sumber: <https://novatek.co.id/trated-natural-zeolite/>)

2.5 KARBON AKTIF

Karbon aktif adalah karbon amorf dari pelat-pelat datar yang tersusun dari atom-atom C yang terikat secara kovalen dalam suatu heksagonal datar dengan satu atom C dengan luas permukaan sekitar 300 - 3500 m²/g setiap sudutnya yang mempunyai hubungan dengan struktur pori luar, dimana berfungsi sebagai adsorben. Arang aktif juga merupakan suatu bentuk padatan berpori yang terkandung 85 - 95% karbon. Karbon aktif ini dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan proses pembakaran dengan suhu tinggi. Pada proses pembakaran atau pemanasan, usahakan tutup rapat dan tidak ada celah, sehingga tidak ada udara yang keluar didalam ruang pemanasan dan menghasilkan karbon yang terkarbonisasi dan tidak teroksidasi.

Struktur karbon aktif yaitu seperti struktur kristalin yang sangat kecil. Dimana struktur karbon aktif yang berpori berfungsi dapat menyerap bahan-bahan berfasa cair dan gas. Ukuran volume pori karbon aktif yaitu biasanya 0,2 - 0,6 cm³/g.

Adapun ukuran diameter pori pada suatu karbon aktif dibagi menjadi 3 yaitu: (Muhammad Turmuzi, 2015)

1. Mikropori mempunyai ukuran < 2 nm.
2. Mesopori mempunyai ukuran dari 2-50 nm.
3. Makropori mempunyai ukuran > 50 nm.



Gambar 2.1 Skema Struktur Pori Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan suatu bentuk arang yang telah melalui aktivasi dengan menggunakan gas CO_2 , uap air atau bahan-bahan kimia sehingga pori-porinya terbuka dan dengan demikian daya absorpsinya menjadi lebih tinggi terhadap zat warna dan bau. Karbon aktif mengandung 5-15% air, 2-3% abu dan sisanya terdiri dari karbon. Karbon aktif berbentuk amorf terdiri dari pelat-pelat datar, disusun oleh atom-atom C yang terikat secara kovalen dalam suatu kisi heksagonal datar dengan satu atom C pada setiap sudutnya. Pelat-pelat tersebut bertumpuk-tumpuk satu sama lain membentuk kristal-kristal dengan sisa hidrokarbon dan senyawa organik lain yang tertinggal pada permukaannya. Bahan baku karbon aktif dapat berasal dari bahan nabati atau turunannya dan bahan hewani (Mazuli, 2020).

Adapun keunggulan karbon aktif secara umum dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Keunggulan Karbon Aktif

Kriteria	Ukuran Partikel	Keunggulan	Aplikasi
<i>Powdered AC</i>	<math>< 1,0\text{mm}</math> Diameter : 0,15-0,25 mm	Luas permukaan tinggi, volume luas biasanya per gram, pemurnian	Aditif dalam kapal, pengolahan air limbah, dan filter gravitasi
<i>Granule AC</i>	0,42-0,84 mm	Larut dalam semua bahan kimia organik, mampu meningkatkan rasa atau bau	Uap dan adsorpsi cair, pengolahan air, pemisahan komponen
<i>Extruded AC</i>	0,8-130 mm	Penurunan tekanan rendah, kekuatan mekanik yang tinggi, kandungan debu rendah	Aplikasi fase gas
<i>Breads AC</i>	0,35-0,8 mm	Penurunan tekanan rendah, kekuatan mekanik yang tinggi, dan konten debu rendah	Adsorben untuk air limbah

<i>Impregnated AC</i>	0,8-200 mm	Karbon berpori diresapi dengan bahan anorganik (yodium, perak, kation) dan antimikroba antiseptik	Pengendalian pencemaran dan pemurnian air domestik
-----------------------	------------	---	--

(Sumber: Bagheri, dkk., 2015)



Gambar 2.2 Granular Karbon Aktif

2.6 *Melt Blown Filter Cartridge*

Melt Blown Filter Cartridge adalah salah satu alat pemfilteran yang dipakai untuk pengolahan air minum seperti air minum isi ulang. Biasanya filter ini berukuran 3 mikrometer dan 1 mikrometer yang berfungsi untuk mengurangi kandungan lumpur, pasir yang merupakan penyebab kekeruhan.

Jenis-jenis ukuran *Melt Blow Filter Cartridge* yang terdiri dari:

- Ukuran 3 mikrometer 10 inci
- Ukuran 1 mikrometer 10 inci
- Ukuran 3 mikrometer 20 inci
- Ukuran 1 mikrometer 20 inci



Gambar 2.3 *Melt Blown Filter Cartridge*

2.7 Karakteristik Pengujian Sifat Fisika, Kimia dan Mikrobiologi

Adapun karakteristik Pengujian Sifat Fisika, Kimia dan Mikrobiologi yaitu:

a. Fisika

1. Warna

Warna pada air biasanya berasal dari rawa-rawa hutan tetapi tidak memiliki sifat yang berbahaya. Kecenderungan warna air tersebut berwarna kuning kecoklatan dan sebagian orang tidak menyukainya.

2. Bau

Bau pada air biasanya dipengaruhi oleh adanya bahan-bahan organik yang membusuk dan bahan-bahan organik yang mengalami dekomposisi oleh mikroorganisme air.

3. Rasa

Rasa pada air yang tidak normal seperti rasa logam/amis, rasa pahit dan rasa asin, itu disebabkan oleh adanya bahan-bahan organik yang membusuk, jenis-jenis dari mikroorganisme, dan senyawa-senyawa kimia seperti phenol.

4. Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)

Jumlah zat padat terlarut umumnya terdapat gas terlarut, garam, zat organik dan anorganik. Semakin besar nilai TDS maka akan semakin naik tingkat kesadiahannya dan hal itu dapat membuat kesehatan menjadi terganggu.

b. Kimia

Di dalam air tidak boleh ada zat-zat yang dapat menyebabkan kesehatan terganggu, apalagi zat-zat yang beracun dan kadar air tidak boleh melebihi batas maksimum yang diperbolehkan.

1. pH

pH adalah alat pengukur keasaman yang mana keasaman ini dapat menetralkan basa kuat sampai suatu nilai pH tertentu, yang dinyatakan dalam mg/L CaCO_3 atau mg/L H^+ atau mg/L CO_2 . 9 Pengaturan nilai pH diperkenankan sampai batas yang tidak merugikan karena efeknya terhadap rasa, korosivitas, dan efisiensi klorinasi. Beberapa senyawa asam

dan basa yang bersifat toksin dalam bentuk molekuler, tempat disosiasinya senyawa-senyawa tersebut dengan zat lain, dipengaruhi oleh nilai pH. Misalnya, logam berat di dalam suasana asam akan lebih toksin/ beracun kalau dibandingkan pada suasana basa.

Berikut ini rumus (2.3) untuk mengetahui hasil peningkatan pH dari pemfilteran yang akan dilakukan yaitu:

$$(\%)pH = \frac{\text{Sesudah}-\text{Sebelum}}{\text{Sebelum}} \times 100\% \quad (2.3)$$

2. Mangan (Mn)

Mangan adalah unsur kimia yang tidak bebas dalam alam tetapi biasanya berkombinasi dengan besi dan mineral-mineral lain serta terdapat dalam lapisan luar bumi. Mangan terutama keluar dalam bentuk pyrolusite dan braunite. Logam Mn merupakan salah satu logam dengan jumlah sangat besar di dalam tanah, dalam bentuk oksida maupun hidroksida. Sumber Mn paling utama adalah pirolusit (MnO_2) dan rodokrosit (MnCO_3). Mineral Mn tersebar secara luas, sebagian besar berupa oksida, silikat, dan karbonat. Sumber Mn terbesar ditemukan di dasar laut, yaitu sekita 24% bersama unsur lain.

Mangan adalah unsur penting bagi manusia dan makhluk hidup lainnya dan terjadi secara alamiah pada banyak sumber makanan. Mangan secara alami terdapat banyak pada permukaan air dan sumber air tanah, terutama dalam kondisi oksidasi anaerobik atau rendah, yang merupakan sumber yang paling penting untuk air minum. Paparan terbesar untuk mangan biasanya berasal dari makanan.

Mangan termasuk logam esensial yang dibutuhkan oleh tubuh sebagaimana zat besi. Tubuh manusia mengandung Mn sekitar 10 mg dan banyak ditemukan di liver, tulang dan ginjal. Mn dapat membantu kinerja liver dalam memproduksi urea, karboxilase, piruvat, dan banyak lagi. Kelebihan Mn dapat menimbulkan racun yang lebih kuat dibanding besi (Harahap, 2019).

Berikut ini rumus (2.4) untuk mengetahui hasil penurunan mangan dari pemfilteran yang akan dilakukan yaitu:

$$(\%)Mangan = \frac{\text{Sebelum}-\text{Sesudah}}{\text{Sebelum}} \times 100\% \quad (2.4)$$

c. Mikrobiologi

Untuk nilai parameter E.Coli dan Total Coliform 100 ml adalah 0 (nol). Dibidang mikrobiologi air, kehadiran beberapa mikroba alam air dapat dijadikan parameter biologis/alami kualitas air.

Total Coliform merupakan suatu grup bakteri yang digunakan sebagai indikator adanya polusi kotoran dan kondisi yang tidak baik terhadap air, makanan, susu dan produk-produk susu. Coliform sebagai suatu kelompok bakteri dicirikan sebagai bakteri berbentuk batang, gram negatif, tidak membentuk spora, aerobik dan anaerobik fakultatif yang memfermentasi laktosa dengan menghasilkan asam dan gas dalam waktu 48 jam pada suhu 35°C. Adanya bakteri Coliform di dalam makanan/minuman menunjukkan kemungkinan adanya mikroba yang bersifat enteropatogenik dan atau toksigenik yang berbahaya bagi kesehatan.

Berikut ini rumus (2.5) untuk mengetahui hasil penurunan total coliform dari pemfilteran yang akan dilakukan yaitu:

$$(\%) \text{Total Coliform} = \frac{\text{Sebelum} - \text{Sesudah}}{\text{Sebelum}} \times 100\% \quad (2.5)$$

2.8 Penelitian yang Relevan

Penelitian Widia Rahmawati, dkk. (2016) tentang studi efisiensi pengolahan air hujan menjadi air minum menggunakan reaktor kombinasi media filter *Treated Natural Zeolite* (TNZ), karbon aktif, dan *Melt Blown Filter Cartridge*. Tujuan penelitian untuk menyisihkan kekeruhan, TDS, zat organik, total coliform, dan perbaikan pH dari air hujan dengan cara filtrasi dengan media berbutir. Media filter yang digunakan yaitu *Treated Natural Zeolite* (TNZ) tipe RC.32 dan RC.42, karbon aktif, dan melt blown filter cartridge ukuran 3 dan 1 mikrometer. Air hujan pada penelitian ini diolah pada reaktor dengan casing filter berukuran 10 dan 20 inch dengan variasi susunan media filter. Filtrasi menggunakan TNZ RC.32-*Cartridge granural* karbon aktif-*Melt blown filter cartridge* 3 mikrometer pada reaktor dengan casing filter 20 inch dapat menyisihkan 99,75% kekeruhan, 22,22% TDS, 59,95% zat organik, 100% total coliform, dan menaikkan nilai pH air hujan menjadi 7,00.

Penelitian Gianina Qurrata Dinora dan Alfian Purnomo (2013) tentang komposisi media filter yang efektif dan efisien untuk penyisihan kesadahan kalsium, Fe, dan Mn dalam air tanah dan mendapatkan waktu breakthrough. Media filter yang digunakan pada penelitian ini adalah media zeolit alam dan karbon aktif disusun secara stratifikasi dengan perbandingan ketinggian pada masing-masing reaktor filter. Media filter tersebut akan dialiri dengan tiga variasi konsentrasi kesadahan kalsium. Hasil dari penelitian ini, didapatkan komposisi media yang paling efektif dalam menurunkan kandungan kesadahan kalsium adalah komposisi III dengan perbandingan ketinggian media zeolit alam dan karbon aktif sebesar 30 cm: 60 cm. Pada variasi konsentrasi 1 mampu melakukan penyisihan sebesar 96,52%, konsentrasi 2 mampu melakukan penyisihan sampai 94,67%, dan konsentrasi 3 mampu melakukan penyisihan sebesar 90,22%.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu melakukan pendekatan secara kuantitatif. Sampel yang akan digunakan adalah air sumur bor, kemudian sampel air tersebut diuji terlebih dahulu kemudian dilakukan dua tahapan yaitu tahapan pertama cara pengolahan air sumur bor menjadi air minum dengan variasi filter *Treated Natural Zeolite* (TNZ), karbon aktif, dan *Melt Blown Filter Cartridge*. Selanjutnya tahap kedua dilakukan pengujian meliputi pengujian kimia (pH dan mangan), dan mikrobiologi (total coliform) yang harus memenuhi PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010.

3.1 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

3.1.1 Tempat penelitian

Tempat penelitian ini dilakukan di UPT. Laboratorium Kesehatan Medan.

Jalan Williem Iskandar Pasar V Barat I (Jl. Balai Pom) No. 4 Medan.

3.1.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian ini dilakukan pada bulan Juli - Oktober 2022.

3.2 ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

3.2.1 Alat Penelitian

1. Drum plastik
2. Housing filter air
3. Pipa PVC
4. Selang air
5. Stop keran drat ukuran $\frac{3}{4}$ inci
6. Drat sambungan keran air
7. Pompa air
8. *Melt Blown Filter Cartridge* ukuran 1 mikrometer dan 3 mikrometer
9. *Cartridge Filter*

10. Wadah plastik
11. Saringan plastik
12. Botol sampel

3.2.2 Bahan Penelitian

1. Air sumur bor
2. *Treated Natural Zeolite* (TNZ) tipe RC. 42
3. *Cartridge granular* karbon aktif
4. Aquades

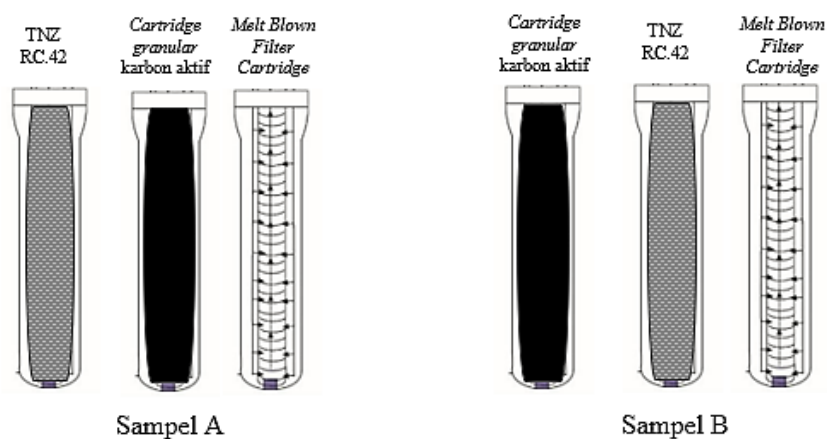
3.3 DESAIN PENELITIAN

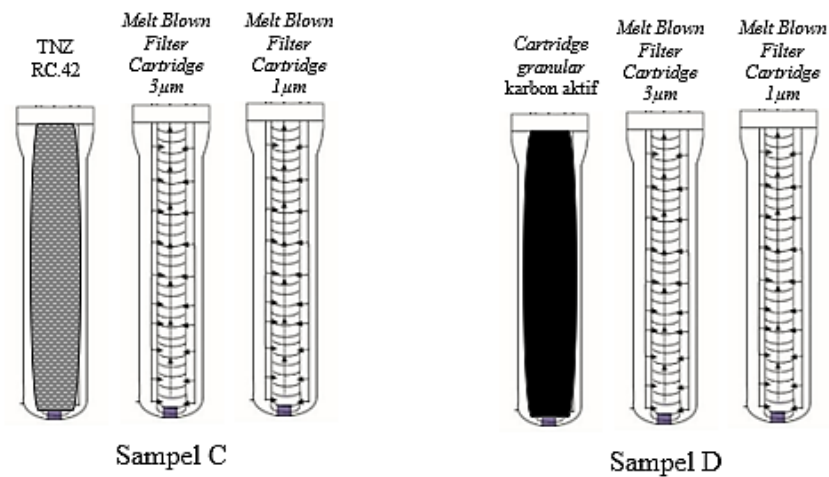
Berikut ini variasi susunan pemfilteran dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variasi Susunan Pemfilteran

Sampel		Susunan Pemfilteran	
A	TNZ-RC.42	<i>Cartridge granular</i> karbon aktif	<i>Melt Blown Filter</i> <i>Cartidge</i> 1 mikrometer
B	<i>Cartridge granular</i> karbon aktif	TNZ-RC.42	<i>Melt Blown Filter</i> <i>Cartidge</i> 1 mikrometer
C	TNZ-RC.42	<i>Melt Blown Filter</i> <i>Cartidge</i> 3 mikrometer	<i>Melt Blown Filter</i> <i>Cartidge</i> 1 mikrometer
D	<i>Cartridge granular</i> karbon aktif	<i>Melt Blown Filter</i> <i>Cartidge</i> 3 mikrometer	<i>Melt Blown Filter</i> <i>Cartidge</i> 1 mikrometer

Berikut ini desain penyusunan variasi filter dapat dilihat pada Gambar 3.1



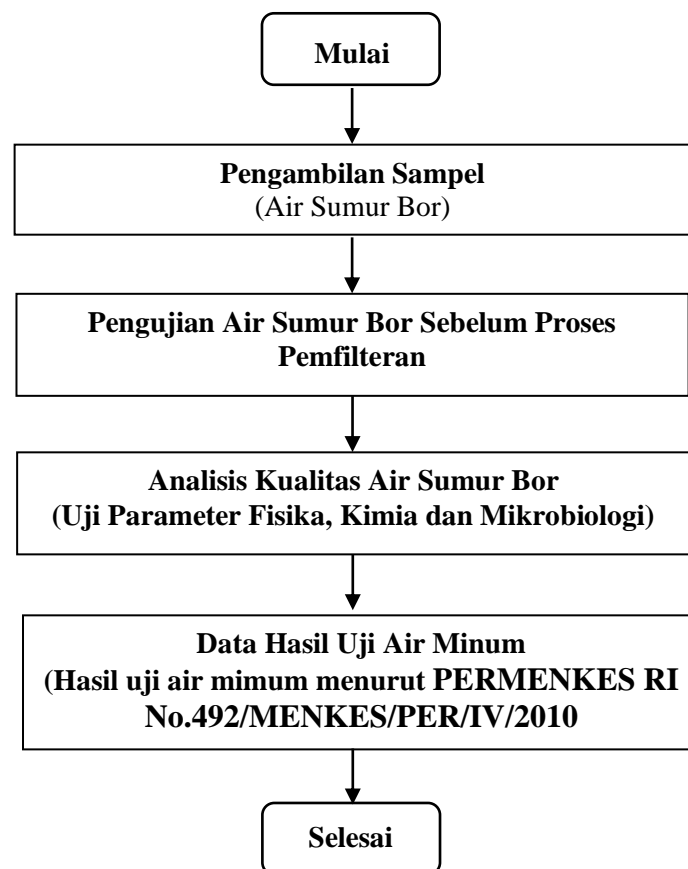


Gambar 3.1 Gambar Desain Penyusunan Variasi Filter

3.4 DIAGRAM ALIR PENELITIAN

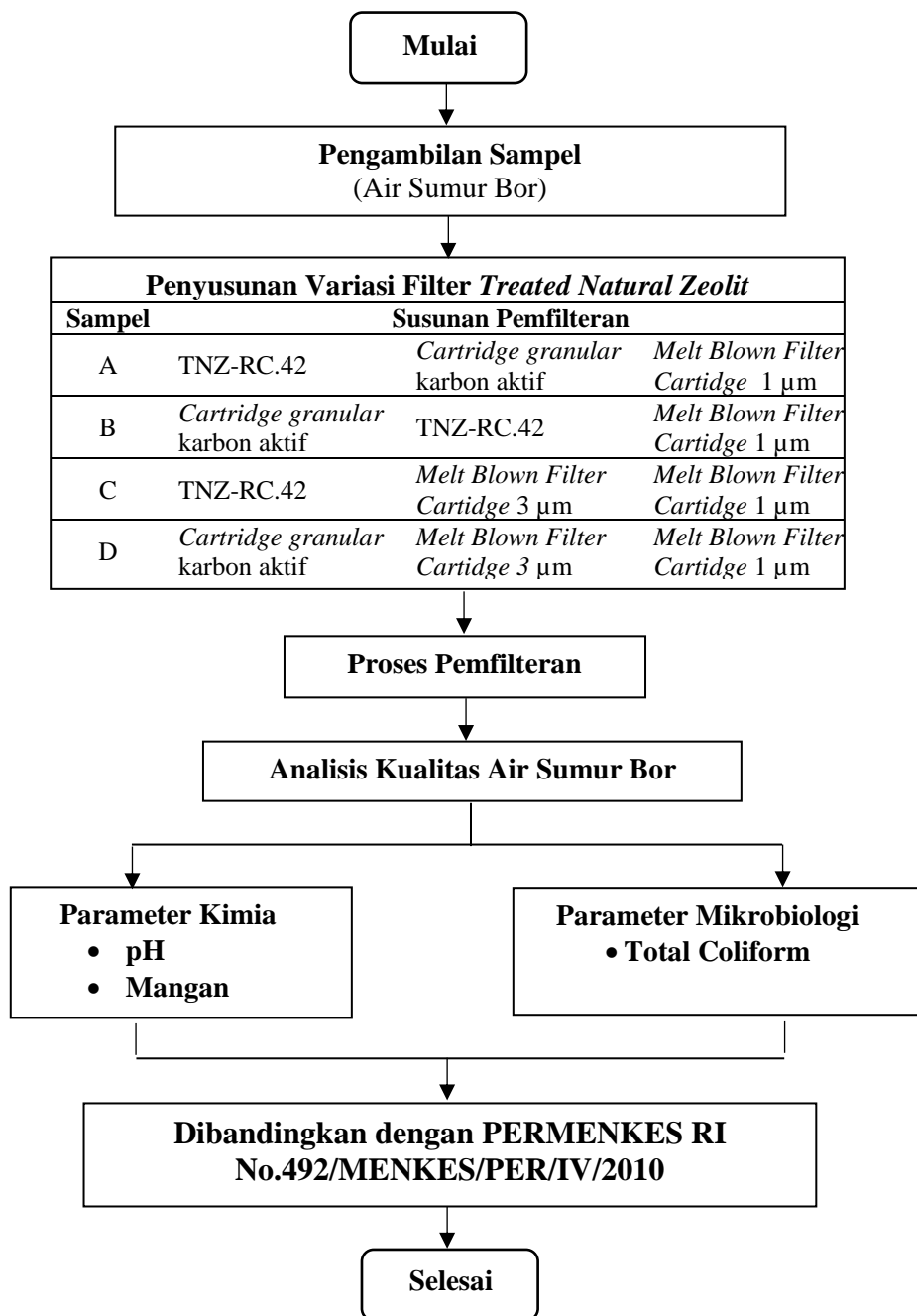
Berikut ini diagram alir penelitian pengolahan filter air minum.

3.4.1 Tahap Pengujian Air Sumur Bor Sebelum Pemfilteran



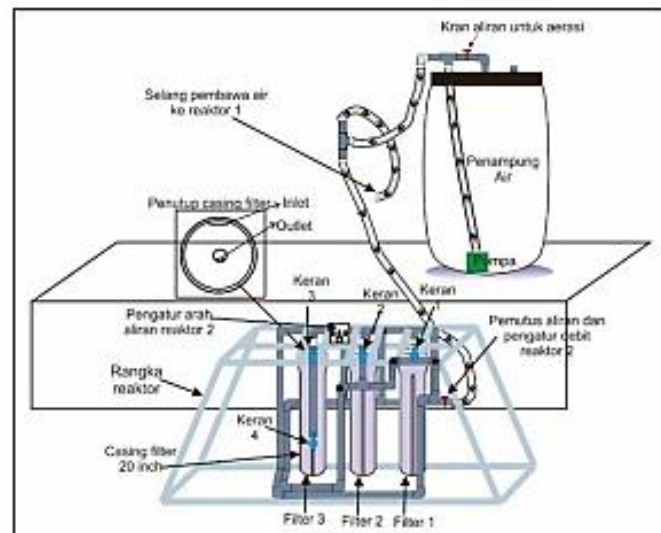
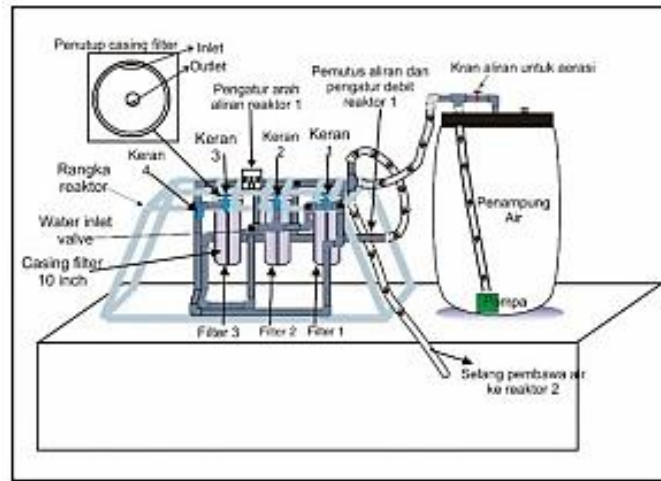
Gambar 3.2 Diagram Alir Tahap Pengujian Air Sumur Bor Sebelum Pemfilteran

3.4.2 Tahap Pengujian Air Sumur Bor Sesudah Pemfilteran



Gambar 3.3 Diagram Alir Tahap Pengujian Air Sumur Bor Sesudah Pemfilteran

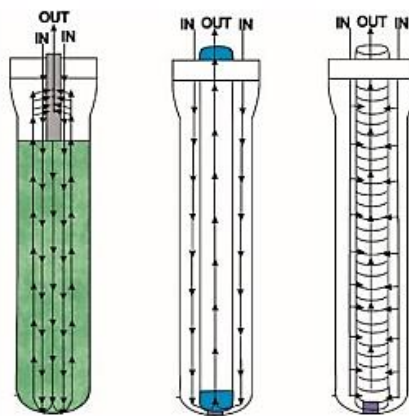
3.4.3 Tahap Arah Aliran Pada Media Filter



Arah aliran pada media zeolit

Arah aliran pada media karbon aktif

Arah aliran pada Melt Blown Filter Cartridge



Gambar 3.4 Arah Aliran Pada Media Filter

3.5 PROSEDUR PENELITIAN

3.5.1 Tahap Pengujian Air Sumur Bor Sebelum Proses Pemfilteran

1. Dilakukan pengambilan sampel air sumur bor.
2. Kemudian dilakukan pengujian air sumur bor sebelum proses pemfilteran di Laboratorium Kesehatan Medan.
3. Dilakukan kualitas air sumur bor yang meliputi uji parameter fisika, kimia dan mikrobiologi.
4. Diperoleh data hasil pengujian dibandingkan dengan PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010.

3.5.2 Tahap Pengujian Air Sumur Bor Sesudah Proses Pemfilteran

1. Dilakukan pengambilan sampel air sumur bor.
2. Kemudian dilakukan proses penyusunan variasi filter sampel A, B, C dan D.
3. Setelah itu dilakukan proses pemfilteran air sumur bor dengan variasi sampel A, B, C dan D. Kemudian air sumur bor dimasukkan kedalam botol sampel untuk dilakukan pengujian.
4. Selanjutnya dilakukan pengujian air sumur bor sesudah proses pemfilteran di Laboratorium Kesehatan Medan.
5. Dilakukan kualitas air sumur bor yang meliputi uji parameter kimia dan mikrobiologi.
6. Diperoleh data hasil pengujian dibandingkan dengan PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010.
7. Dihasilkan sampel air minum.

BAB 4

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini telah menghasilkan media filter untuk pengelolaan air sumur bor menjadi air minum. Bahan yang digunakan *Treated Natural Zeolite* (TNZ), *Cartridge granular* karbon aktif dan *Melt Blown Filter Cartidge*. Parameter yang diuji yaitu pengujian pH, mangan dan total coliform yang dibandingkan dengan persyaratan air minum PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010.

4.1 Data Hasil Nilai Debit Dan Kecepatan Aliran

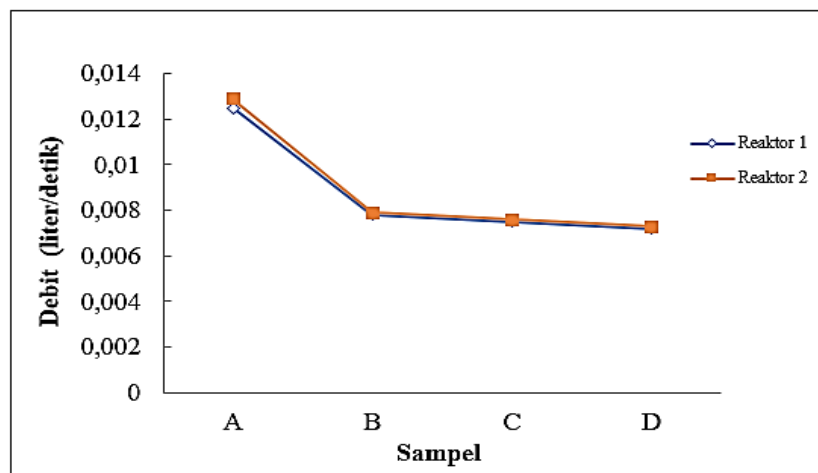
Data hasil nilai debit untuk mengisi gelas kimia 1000 ml dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Hasil Perhitungan Debit

Sampel	Waktu mengisi penuh gelas kimia 1000 ml (detik)		Debit (liter/detik)	
	Reaktor 1	Reaktor 2	Reaktor 1	Reaktor 2
A	79,8	77,3	0,0125	0,0129
B	128,4	126,5	0,0078	0,0079
C	133,2	131,8	0,0075	0,0076
D	139,8	136,4	0,0072	0,0073

Dari Tabel 4.1 menunjukkan bahwa pada besarnya nilai debit aliran air di reaktor 1 pada sampel A sebesar 0,0125 liter/detik, sampel B sebesar 0,0078 liter/detik, sampel C sebesar 0,0075 liter/detik, dan sampel D sebesar 0,0072 liter/detik. Sedangkan besarnya nilai debit aliran air di reaktor 2 pada sampel A sebesar 0,0129 liter/detik, sampel B sebesar 0,0079 liter/detik, sampel C sebesar 0,0076 liter/detik, dan sampel D sebesar 0,0073 liter/detik.

Adapun hasil untuk menentukan nilai debit dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan hasil perhitungannya pada Lampiran 4.



Gambar 4.1 Grafik Nilai Debit

Dari Gambar 4.1 menunjukkan bahwa nilai debit aliran air di reaktor 1 dan reaktor 2 pada sampel A, B, C dan D semakin kecil. Hal ini disebabkan karena besarnya nilai debit aliran air yang masuk kedalam suatu pipa itu berpengaruh dari ukuran banyaknya air yang mengalir dalam suatu selang waktu. Faktor lain yang menyebabkan debit air semakin kecil yaitu adanya pengaruh media didalam suatu filter, jika semakin rapat ukuran media filter yang dilalui oleh air tersebut maka air yang dihasilkan semakin sedikit. Sebaliknya jika ukuran media filter tidak terlalu rapat atau besar maka air yang mengalir didalam media filter akan bebas dan hasil air yang dikeluarkan semakin banyak.

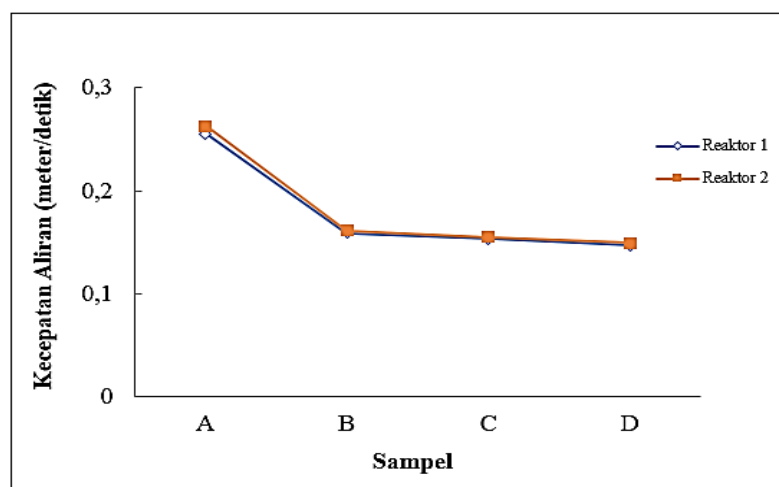
Berikut ini data hasil perhitungan kecepatan aliran dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data Hasil Perhitungan Kecepatan Aliran

Sampel	Debit (liter/detik)		Luas Penampang Pipa (meter ²)	Kecepatan (meter/detik)	
	Reaktor 1	Reaktor 2		Reaktor 1	Reaktor 2
A	0,0125	0,0129	0,049	0,255	0,263
B	0,0078	0,0079	0,049	0,159	0,161
C	0,0075	0,0076	0,049	0,153	0,155
D	0,0072	0,0073	0,049	0,147	0,149

Dari Tabel 4.2 menunjukkan bahwa besarnya kecepatan aliran air di reaktor 1 pada sampel A sebesar 0,255 meter/detik, sampel B sebesar 0,159 meter/detik, sampel C sebesar 0,153 meter/detik, dan sampel D sebesar 0,147 meter/detik. Sedangkan besarnya kecepatan aliran air di reaktor 2 pada sampel A sebesar 0,263 meter/detik, sampel B sebesar 0,161 meter/detik, sampel C sebesar 0,155 meter/detik, dan sampel D sebesar 0,149 meter/detik.

Adapun hasil untuk menentukan nilai kecepatan aliran air dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan hasil perhitungannya pada Lampiran 4.



Gambar 4.2 Grafik Nilai Kecepatan Aliran Air

Dari Gambar 4.2 menunjukkan bahwa nilai kecepatan aliran air pada sampel A, B, C dan D semakin kecil, karena besar kecilnya nilai kecepatan aliran air ini berhubungan besar nilai debit aliran air. Semakin besar nilai debit air tersebut maka kecepatan aliran air pada suatu pipa akan semakin besar pula, namun sebaliknya jika semakin kecil nilai debit air tersebut maka kecepatan aliran air yang dihasilkan semakin kecil juga.

Kecepatan aliran air juga berpengaruh karena adanya nilai keseragaman dari butiran yaitu butiran kasar atau halus didalam suatu media filter. Jika volume butiran halus yang lebih besar maka volume hanyutnya lebih besar dibandingkan butiran yang lain, demikian pula sebaliknya jika volume yang butiran kasar lebih banyak maka volume yang tertinggal lebih besar pula (Syafaat, 2019).

4.2 Data Air Sumur Bor Sebelum Proses Pemfilteran

Data hasil kualitas air sumur bor yang bersumber dari air sumur bor masjid Al-Haud, Jalan Bunga Rinte Raya Simpang Selayang Medan Tuntungan sebelum dilakukan proses filtrasi dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Hasil Kualitas Air Sumur Bor Sebelum Pemfilteran

Parameter Uji	Hasil Uji	PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010
1. Kimia		
• pH	6,38	6,5-8,5 mg/L
• Mangan	4,963	0,4 mg/L
2. Mikrobiologi		
• Total Colifom	< 3	0 CFU/100 ml

Dari Tabel 4.3 menunjukkan bahwa hasil air sumur bor sebelum dilakukan proses pemfilteran dengan menggunakan metode filtrasi memiliki nilai kadar pH sebesar 6,38, artinya nilai pH di bawah standar maksimum yang diperbolehkan. Sedangkan nilai kadar mangan sebesar 4,426 mg/L, dan total coliform sebesar < 3 CFU/100 ml, artinya nilai mangan dan total coliform melebihi standar maksimum yang diperbolehkan, sehingga air sumur bor tersebut belum memenuhi standar air minum sesuai PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 dan tidak layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

4.3 Data Air Sumur Bor Sesudah Proses Pemfilteran

Berdasarkan data kualitas air sumur bor setelah dilakukan proses pemfilteran menggunakan bahan *Treated Natural Zeolite* (TNZ) tipe RC. 42, *Cartridge granular* karbon aktif dan *Melt Blown Filter Cartidge* 3 mikrometer dan 1 mikrometer, dengan variasi sampel A, B, C dan D dapat menghasilkan kualitas kadar pH, mangan dan total coliform sebagai berikut:

4.3.1 Parameter pH

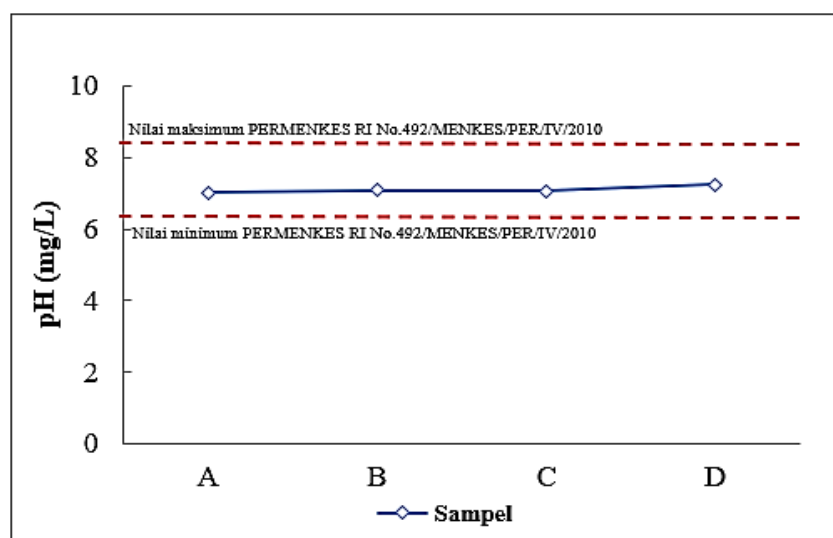
Berdasarkan data penelitian diperoleh hasil air sumur bor setelah dilakukan proses pemfilteran untuk parameter uji pH yang dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Parameter Uji pH

Sampel	Hasil Uji (mg/L)	PERMENKES RI
		No.492/MENKES/PER/IV/2010 (mg/L)
A	7,01	6,5-8,5
B	7,08	
C	7,05	
D	7,24	

Dari Tabel 4.4 menunjukkan bahwa hasil air sumur bor setelah dilakukan proses pemfilteran dengan menggunakan metode filtrasi memiliki nilai kadar pH pada sampel A sebesar 7,01 mg/L, sampel B sebesar 7,08 mg/L, sampel C sebesar 7,05 mg/L dan sampel D sebesar 7,24 mg/L.

Hasil pengujian pada parameter pH dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Nilai Pengukuran pH Setelah Proses Pemfilteran

Dari Gambar 4.3 menunjukkan bahwa nilai kadar pH dari sampel A, B, C dan D cenderung meningkat yaitu nilai kadar pH diatas 7 yang berarti basa atau sering disebut alkali. Air alkali ini lebih tinggi dari pada air minum biasa yang dianggap semakin baik. Hal ini disebabkan oleh air alkali ini diperoleh dari air yang melewati batu-batuan dan menyerap mineral melalui media filter tersebut sehingga pH menjadi meningkat. Namun keempat sampel tersebut masih memiliki nilai dibawah standar maksimal yang diperbolehkan air

minum sehingga sudah memenuhi PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 dan layak untuk dikonsumsi. Adapun persentase peningkatan kadar pH yaitu pada sampel A sebesar 9,87%, sampel B sebesar 10,97%, sampel C sebesar 10,50% dan sampel D sebesar 13,47%.

4.3.2 Parameter Mangan

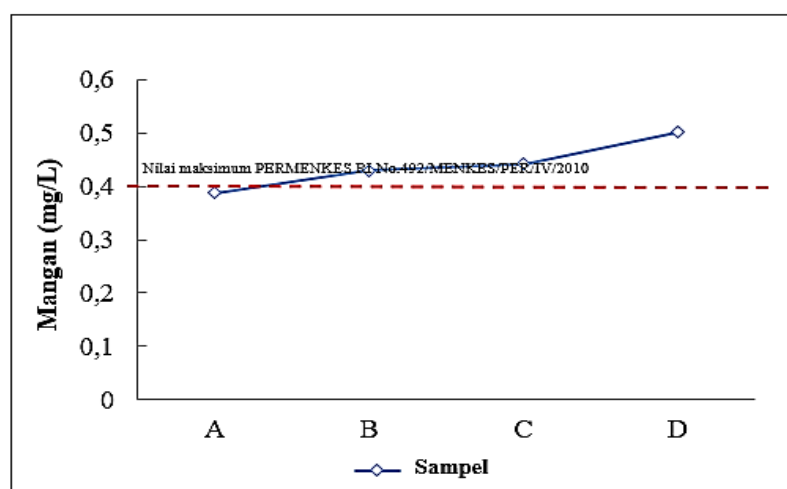
Berdasarkan data penelitian diperoleh hasil air sumur bor setelah dilakukan proses pemfilteran untuk parameter uji mangan yang dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Parameter Uji Mangan

Sampel	Hasil Uji (mg/L)	PERMENKES RI
		No.492/MENKES/PER/IV/2010 (mg/L)
A	0,387	0,4
B	0,429	
C	0,442	
D	0,501	

Dari Tabel 4.5 menunjukkan bahwa hasil air sumur bor setelah dilakukan proses pemfilteran dengan menggunakan metode filtrasi memiliki nilai kadar mangan pada sampel A sebesar 0,387 mg/L, sampel B sebesar 0,429 mg/L, sampel C sebesar 0,442 mg/L dan sampel D sebesar 0,501 mg/L.

Hasil pengujian pada parameter mangan dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Nilai Pengukuran Mangan Setelah Proses Pemfilteran

Dari Gambar 4.4 menunjukkan bahwa nilai mangan dari sampel A, B, C dan D mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan adanya variasi susunan filter yang mempengaruhinya, dimana setelah dilakukan penelitian ini ternyata peranan *Treated Natural Zeolite* (TNZ) mendominasinya. Semakin banyak TNZ RC. 42 yang digunakan pada media filter maka memberikan penurunan dari kadar mangan tersebut.

Dari keempat sampel diatas hanya sampel A yang memiliki nilai dibawah standar maksimal yang diperbolehkan air minum menurut PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010, dengan persentase penurunan kadar mangan sebesar 92,20%.

4.3.3 Parameter Total Coliform

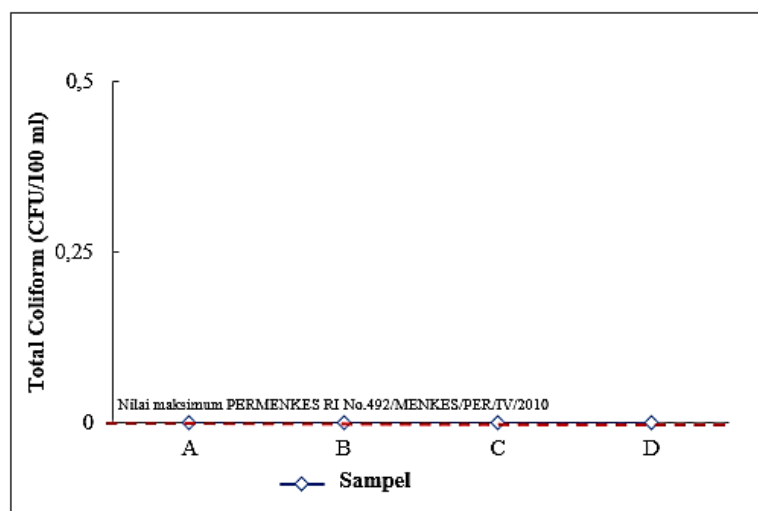
Berdasarkan data penelitian diperoleh hasil air sumur bor setelah dilakukan proses pemfilteran untuk parameter uji total coliform yang dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Data Parameter Uji Total Coliform

Sampel	Hasil Uji (CFU/100 ml)	PERMENKES RI
		No.492/MENKES/PER/IV/2010 (CFU/100 ml)
A	0	
B	0	0
C	0	
D	0	

Dari Tabel 4.6 menunjukkan bahwa hasil air sumur bor setelah dilakukan proses pemfilteran dengan menggunakan metode filtrasi memiliki nilai total coliform pada sampel A sebesar 0 CFU/100 ml, sampel B sebesar 0 CFU/100 ml, sampel C sebesar 0 CFU/100 ml dan sampel D sebesar 0 CFU/100 ml.

Hasil pengujian pada parameter total coliform dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Grafik Nilai Pengukuran Total Coliform Setelah Proses Pemfilteran

Dari Gambar 4.4. menunjukkan bahwa nilai total bakteri coliform pada sampel A, B, C dan D memiliki nilai 0 CFU/100 ml. Hal ini berarti seluruh sampel sudah memenuhi standar maksimum air minum sesuai PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 karena persyaratan kualitas air minum untuk total coliform adalah 0. Adapun besar nilai persentase penurunan total coliform dari air sumur bor yaitu sampel A, B, C dan D adalah sebesar 100%.

4.3 Pembahasan Penelitian

Dari keempat variasi diperoleh hasil yang paling optimal pada sampel A. Hasil ini ditunjukkan dari hasil pengujian sampel dimana nilai pH sebesar 7,01, kadar mangan sebesar 0,380 mg/L dan total coliform sebesar 0 CFU/100 ml, sehingga dari keseluruhan parameter yang diuji dari air sumur bor sudah memenuhi standar air minum sesuai dengan PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010 dan layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Telah dilakukan proses pengolahan air sumur bor menjadi air minum dengan variasi susunan filter dengan bahan *Treated Natural Zeolite* (TNZ) tipe RC.42, *Cartridge granular* karbon aktif dan *Melt Blown Filter Cartridge* berukuran 3 mikrometer dan 1 mikrometer.
2. Pengolahan air sumur bor menjadi air minum menghasilkan variasi terbaik yaitu pada sampel A dengan susunan filter (*Treated Natural Zeolite* (TNZ) tipe RC. 42 - *Cartridge granular* karbon aktif - *Melt Blown Filter Cartridge* 1 mikrometer) yang memiliki nilai kadar pH sebesar 7,01 mg/L, kadar mangan sebesar 0,380 mg/L dan total coliform sebesar 0 CFU/100 ml telah memenuhi standar maksimal yang diperbolehkan air minum sesuai PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010.

5.2 SARAN

Beberapa saran untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Diharapkan mencari sumber air yang berbeda dengan harapan mendapatkan parameter uji yang lebih kompleks.
2. Diharapkan memilih tipe filter *Treated Natural Zeolite* (TNZ) sesuai dengan nilai parameter uji yang belum memenuhi standard air minum.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1995. Farmakope Indonesia. Edisi IV, 822. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta.
- Bagheri, S., Muhd Julkapli, N., & Bee Abd Hamid, S. 2015. *Functionalized Activated Carbon Derived from Biomass for Photocatalysis Applications Perspective*. International Journal of Photoenergy.
- Hasibuan, Asmiah. 2020. *Studi Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Posfat (H_3PO_4) Dan Waktu Perendaman Karbon Terhadap Karakteristik Karbon Aktif Dari Kulit Durian*. [SKRIPSI]. Medan: Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara.
- <https://novatek.co.id/trated-natural-zeolite/> [6 Oktober 2021, 13:00]
- Mazuli, S., & Haripriadi, B. D. (2020). *Analisa Pengaruh Arang Kayu Bakau, Arang Tempurung Kelapa Dan Arang Kayu Leban Pada Proses Pack Carburizing Terhadap Kekerasan Baja Karbon St 37*. Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi, 3(2), 128-137.
- Metcalf dan Eddy. 1991. *Wastewater Engineering Treatment: Disposal and Reuse*. 3 rd Edition. New York: McGraw-Hill Publisher.
- Milatisilmi, Aisyah Qisthy. 2020. *Eco Filter Air Dengan Memanfaatkan Cangkang Kerang Darah (Anadara granosa) Sebagai Media Filtrasi Untuk Menurunkan Kadar Timbal (Pb)*. [Skripsi]. Yogyakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
- Muhammad Turmuzi, dkk. 2015. *Pengaruh Temperatur Dalam Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Salak (Salacca Sumatrana) Dengan Aktifator Seng Klorida ($ZnCl_2$)*. Jurnal Teknik Kimia USU, Vol. 4, No. 2.
- Mulyatna, L., Yustiani, Y.M., Hasbiah, A., Yopita, W. 2017. "Rainwater Treatment Using Treated Natural Zeolite and Activated Carbon Filter". Proceeding The 1st IBSC: Towards The Extended Use Of Basic Science For Enhancing Health, Environment, Energy And Biotechnology, pp. 279-281.
- Mulyatna, L., dkk. 2019. *Penyisihan Total Coliform Dalam Air Hujan Menggunakan Media Filter Zeolit Termodifikasi, Karbon Aktif, Dan Melt*

- Blown Filter Cartridge*. Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik – Universitas Pasundan.
- Nunik Prabarini & DG Okayadnya. 2013. *Penyisihan Logam Besi (Fe) Pada Air Sumur Dengan Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri*. Jurnal Ilmiah Teknik lingkungan, Vol. 5, No.2.
- Oktavius, A. (2015). *Efektifitas Pengolahan Air Dengan Menggunakan Reaktor Roughing Filter Aliran Horizontal Dalam Menurunkan Kekeruhan Dan Kesadahan Air Sungai Brantas*. [SKRIPSI]. Malang: Fakultas Teknuik Sipil Dan Perencanaan. ITN MALANG.
- Pangoloan Soleman Ritonga. 2014. *Kimia Anorganik Karbon dan Silikon*. Pekanbaru: Kreasi Edukasi.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 492/ MENKES/ PER / IV/ 2010 Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum, Jakarta: Mentri Kesehatan.
- Qurrata, Gianina Dinora dan Alfian Purnomo. 2013. *Penurunan Kandungan Zat Kapur dalam Air Tanah dengan Menggunakan Media Zeolit Alam dan Karbon Aktif Menjadi Air Bersih*. Jurnal Teknik POMITS Vol. 2, No. 2. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Sadaruddin dan Putra Ahmadi Nour. 2020. *Analisis Kinerja Filter Upflow– Downflow Untuk Pengolahan Limbah Cair*. [SKRIPSI]. Makassar: Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Makassar.
- Syafaat, Muhammad S. Kuba. 2019. *Pengaruh Kecepatan Aliran Terhadap Perubahan Nilai Keseragaman Butiran*. Jurnal Teknik Hidro, Vol. 12, No. 2.
- Widia Rahmawati Pahilda, 2016 Lili Mulyatna & Astri W Hasbiah. *Studi Efisiensi Pengolahan Air Hujan Menjadi Air Minum Menggunakan Reactor Kombinasi Media Filter Treated Natural Zeolite (TNZ), Karbon Aktif, dan Melt Blown Filter Cartridge*. Prodi Teknik Lingkungan FT UNPAS.
- Yulianti, D., Muflihah. A., Tien. Y. 2016. “*Pengaruh Umur Pemakaian Zeolit Alam dan Arang dalam Penyaringan Air Sumur Sistem Adsorpsi Terhadap Kualitas Bakteriologis Air*”. Jurnal Prodi Biologi, vol 2, No 2, pp. 1-6.

LAMPIRAN 1
GAMBAR ALAT PENELITIAN

1. Drum plastik



2. Housing filter air lengkap



3. Pipa PVC



4. Selang air



5. Stop keran drat ukuran $\frac{3}{4}$ inci



6. Soket sambungan keran



7. Pompa air



8. *Melt Blown Filter Cartridge*



9. *Cartridge Filter*



10. Wadah plastik



11. Saringan plastik



12. Gelas ukur 1000 ml



13. Botol sampel



LAMPIRAN 2
GAMBAR BAHAN PENELITIAN

1. Air sumur bor



2. Filter *Treated Natural Zeolite* (TNZ) tipe RC. 42



3. Cartridge granular karbon aktif



4. Aquades



LAMPIRAN 3

DOKUMENTASI PROSES PEMFILTERAN AIR

1. Proses pencucian TNZ tipe RC. 42 dengan aquades



2. Proses penyaringan TNZ tipe RC. 42 dengan alat saringan



3. Proses memasukkan TNZ tipe RC. 42 yang sudah bersih ke dalam cartridge filter



4. Proses pemfilteran air sumur bor sesuai variasi penyusunan filter *Treated Natural Zeolite (TNZ)*

Desain Sampel A



Desain Sampel B



Desain Sampel C



Desain Sampel D



5. Air sumur bor setelah dilakukan proses pemfilteran



6. Dihasilkan sampel air minum dan dilakukan pengujian ke Laboratorium Kesehatan Medan



7. Sampel air minum dari air sumur bor



LAMPIRAN 4
DATA HASIL PERHITUNGAN DEBIT DAN KECEPATAN
ALIRAN AIR

1. Debit

Sampel	Waktu mengisi penuh gelas kimia 1000 ml (detik)		Debit (liter/detik)	
	Reaktor	Reaktor	Reaktor	Reaktor
	1	2	1	2
A	79,8	77,3	0,0125	0,0129
B	128,4	126,5	0,0078	0,0079
C	133,2	131,8	0,0075	0,0076
D	139,8	136,4	0,0072	0,0073

Untuk menghitung debit dapat menggunakan persamaan (2.1):

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

Keterangan:

Q = Debit aliran (liter/detik)

V = Volume wadah penampungan air (liter)

t = Waktu yang dibutuhkan air untuk mengisi gelas kimia
(detik)

Perhitungan debit pada reaktor 1:

- **Sampel A**

$$Q = \frac{V}{t}$$
$$= \frac{1 \text{ liter}}{79,8 \text{ detik}}$$

$$Q = 0,0125 \text{ liter/detik}$$

- **Sampel B**

$$Q = \frac{V}{t}$$
$$= \frac{1 \text{ liter}}{128,4 \text{ detik}}$$

$$Q = 0,0078 \text{ liter/detik}$$

- **Sampel C**

$$Q = \frac{V}{t}$$
$$= \frac{1 \text{ liter}}{133,2 \text{ detik}}$$

$$Q = 0,0075 \text{ liter/detik}$$

- **Sampel D**

$$Q = \frac{V}{t}$$
$$= \frac{1 \text{ liter}}{139,8 \text{ detik}}$$

$$Q = 0,0072 \text{ liter/detik}$$

Perhitungan debit pada reaktor 2:

- **Sampel A**

$$Q = \frac{V}{t}$$
$$= \frac{1 \text{ liter}}{77,3 \text{ detik}}$$

$$Q = 0,0129 \text{ liter/detik}$$

- **Sampel B**

$$Q = \frac{V}{t}$$
$$= \frac{1 \text{ liter}}{126,5 \text{ detik}}$$

$$Q = 0,0079 \text{ liter/detik}$$

- **Sampel C**

$$Q = \frac{V}{t}$$
$$= \frac{1 \text{ liter}}{131,8 \text{ detik}}$$

$$Q = 0,0076 \text{ liter/detik}$$

- **Sampel D**

$$Q = \frac{V}{t}$$
$$= \frac{1 \text{ liter}}{136,4 \text{ detik}}$$

$$Q = 0,0073 \text{ liter/detik}$$

2. Kecepatan Aliran Air

Sampel	Debit (liter/detik)		Luas Penampang Pipa (meter ²)	Kecepatan (meter/detik)	
	Reaktor 1	Reaktor 2		Reaktor 1	Reaktor 2
	A	0,0125	0,0129	0,049	0,255
B	0,0078	0,0079	0,049	0,159	0,161
C	0,0075	0,0076	0,049	0,153	0,155
D	0,0072	0,0073	0,049	0,147	0,149

Untuk menghitung kecepatan aliran air dapat menggunakan persamaan (2.2):

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

Keterangan:

v = Kecepatan aliran air (meter/detik)

Q = Debit aliran (m³/detik)

A = Luas penampang ($A = \frac{1}{4} \pi D^2$) (meter²)

D = Diameter pipa yang digunakan pada reaktor (meter)

Perhitungan kecepatan aliran air pada reaktor 1:

- Luas penampang pipa:

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$A = \frac{1}{4} (3,14) (0,25)^2$$

$$A = (0,785) (0,0625)$$

$$A = 0,049 \text{ m}^2$$

- **Sampel A**

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

$$= \frac{0,0125 \text{ liter/detik}}{0,049 \text{ m}^2}$$

$$v = 0,255 \text{ meter/detik}$$

- **Sampel B**

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

$$= \frac{0,0078 \text{ liter/detik}}{0,049 \text{ m}^2}$$

$$v = 0,159 \text{ meter/detik}$$

- **Sampel C**

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

$$= \frac{0,0075 \text{ liter/detik}}{0,049 \text{ m}^2}$$

$$v = 0,153 \text{ meter/detik}$$

- **Sampel D**

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

$$= \frac{0,0072 \text{ liter/detik}}{0,049 \text{ m}^2}$$

$$v = 0,147 \text{ meter/detik}$$

Perhitungan kecepatan aliran air pada reaktor 2:

- **Sampel A**

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

$$= \frac{0,0129 \text{ liter/detik}}{0,049 \text{ m}^2}$$

$$v = 0,263 \text{ meter/detik}$$

- **Sampel B**

$$v = \frac{Q}{A}$$
$$= \frac{0,0079 \text{ liter/detik}}{0,049 \text{ m}^2}$$

$$v = 0,161 \text{ meter/detik}$$

- **Sampel C**

$$v = \frac{Q}{A}$$
$$= \frac{0,0076 \text{ liter/detik}}{0,049 \text{ m}^2}$$

$$v = 0,155 \text{ meter/detik}$$

- **Sampel D**

$$v = \frac{Q}{A}$$
$$= \frac{0,0073 \text{ liter/detik}}{0,049 \text{ m}^2}$$

$$v = 0,149 \text{ meter/detik}$$

LAMPIRAN 5
HASIL PENGUJIAN KIMIA DAN MIKROBIOLOGI
AIR MINUM

1. Hasil Pengujian Kimia

• **Sampel A**

No	Parameter Analisa Per. Menkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010	Satuan	Hasil	Standar Maksimum	Metode Pengujian
	KIMIA				
1	Mangan (Mn) terlarut	mg / L	0,387	0,4	SNI 6989.5-2009
2	pH	mg / L	7,01	6,5 – 8,5	SNI 6989.11-2019

• **Sampel B**

No	Parameter Analisa Per. Menkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010	Satuan	Hasil	Standar Maksimum	Metode Pengujian
	KIMIA				
1	Mangan (Mn) terlarut	mg / L	0,429	0,4	SNI 6989.5-2009
2	pH	mg / L	7,08	6,5 – 8,5	SNI 6989.11-2019

• **Sampel C**

No	Parameter Analisa Per. Menkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010	Satuan	Hasil	Standar Maksimum	Metode Pengujian
	KIMIA				
1	Mangan (Mn) terlarut	mg / L	0,442	0,4	SNI 6989.5-2009
2	pH	mg / L	7,05	6,5 – 8,5	SNI 6989.11-2019

- **Sampel D**

No	Parameter Analisa Per. Menkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010	Satuan	Hasil	Standar Maksimum	Metode Pengujian
	KIMIA				
1	Mangan (Mn) terlarut	mg / L	0,501	0,4	SNI 6989.5-2009
2	pH	mg / L	7,24	6,5 – 8,5	SNI 6989.11-2019

2. Hasil Pengujian Mikrobiologi

- **Sampel A**

No	Parameter Analisa Per. Menkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010	Satuan	Hasil	Standar Maksimum	Metode Pengujian
1	Total Coliform	CFU/ 100ml	0	0	SNI 3554-2015

- **Sampel B**

No	Parameter Analisa Per. Menkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010	Satuan	Hasil	Standar Maksimum	Metode Pengujian
1	Total Coliform	CFU/ 100ml	0	0	SNI 3554-2015

- **Sampel C**

No	Parameter Analisa Per. Menkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010	Satuan	Hasil	Standar Maksimum	Metode Pengujian
1	Total Coliform	CFU/ 100ml	0	0	SNI 3554-2015

- **Sampel D**

No	Parameter Analisa Per. Menkes RI No. 492/Menkes/Per/IV/2010	Satuan	Hasil	Standar Maksimum	Metode Pengujian
1	Total Coliform	CFU/ 100ml	0	0	SNI 3554-2015

LAMPIRAN 6

DATA HASIL PERHITUNGAN PERSENTASE

PENINGKATAN KADAR pH, PENURUNAN KADAR

MANGAN DAN TOTAL COLIFORM

Besar penurunan pH, mangan dan total bakteri coliform yang dilakukan dengan proses pemfilteran dengan variasi penyusunan filter *Treated Natural Zeolite* (TNZ) dengan menggunakan bahan TNZ RC. 42, *Cartridge granular* karbon aktif dan *Melt Blown Filter Cartridge* dapat dilihat pada hasil perhitungan dibawah ini.

1. Menghitung Peningkatan Kadar pH

• **Sampel A**

$$\begin{aligned}(\%)pH &= \frac{\text{Sesudah-Sebelum}}{\text{Sebelum}} \times 100\% \\ &= \frac{7,01-6,38}{6,38} \times 100\%\end{aligned}$$

$$(\%)pH = 9,87\%$$

• **Sampel B**

$$\begin{aligned}(\%)pH &= \frac{\text{Sesudah-Sebelum}}{\text{Sebelum}} \times 100\% \\ &= \frac{7,08-6,38}{6,38} \times 100\%\end{aligned}$$

$$(\%)pH = 10,97\%$$

• **Sampel C**

$$\begin{aligned}(\%)pH &= \frac{\text{Sesudah-Sebelum}}{\text{Sebelum}} \times 100\% \\ &= \frac{7,05-6,38}{6,38} \times 100\%\end{aligned}$$

$$(\%)pH = 10,50\%$$

• **Sampel D**

$$\begin{aligned}(\%)pH &= \frac{\text{Sesudah-Sebelum}}{\text{Sebelum}} \times 100\% \\ &= \frac{7,24-6,38}{6,38} \times 100\%\end{aligned}$$

$$(\%)pH = 13,47\%$$

2. Menghitung Penurunan Kadar Mangan

- **Sampel A**

$$\begin{aligned}(\%) \text{ Mangan} &= \frac{\text{Sebelum} - \text{Sesudah}}{\text{Sebelum}} \times 100\% \\ &= \frac{4,963 - 0,387}{4,963} \times 100\%\end{aligned}$$

$$(\%) \text{ Mangan} = 92,20\%$$

- **Sampel B**

$$\begin{aligned}(\%) \text{ Mangan} &= \frac{\text{Sebelum} - \text{Sesudah}}{\text{Sebelum}} \times 100\% \\ &= \frac{4,963 - 0,429}{4,963} \times 100\%\end{aligned}$$

$$(\%) \text{ Mangan} = 91,36\%$$

- **Sampel C**

$$\begin{aligned}(\%) \text{ Mangan} &= \frac{\text{Sebelum} - \text{Sesudah}}{\text{Sebelum}} \times 100\% \\ &= \frac{4,963 - 0,442}{4,963} \times 100\%\end{aligned}$$

$$(\%) \text{ Mangan} = 91,09\%$$

- **Sampel D**

$$\begin{aligned}(\%) \text{ Mangan} &= \frac{\text{Sebelum} - \text{Sesudah}}{\text{Sebelum}} \times 100\% \\ &= \frac{4,963 - 0,501}{4,963} \times 100\%\end{aligned}$$

$$(\%) \text{ Mangan} = 89,91\%$$

3. Menghitung Penurunan Total Coliform

- **Sampel A**

$$\begin{aligned}(\%) \text{ Total Coliform} &= \frac{\text{Sebelum} - \text{Sesudah}}{\text{Sebelum}} \times 100\% \\ &= \frac{3 - 0}{3} \times 100\%\end{aligned}$$

$$(\%) \text{ Total Coliform} = 100\%$$

- **Sampel B**

$$\begin{aligned}(\%) \text{ Total Coliform} &= \frac{\text{Sebelum} - \text{Sesudah}}{\text{Sebelum}} \times 100\% \\ &= \frac{3 - 0}{3} \times 100\%\end{aligned}$$

$$(\%) \text{ Total Coliform} = 100\%$$

- **Sampel C**

$$\begin{aligned}(\%) \text{ Total Coliform} &= \frac{\text{Sebelum} - \text{Sesudah}}{\text{Sebelum}} \times 100\% \\ &= \frac{3 - 0}{3} \times 100\%\end{aligned}$$

$$(\%) \text{ Total Coliform} = 100\%$$

- **Sampel D**

$$\begin{aligned}(\%) \text{ Total Coliform} &= \frac{\text{Sebelum} - \text{Sesudah}}{\text{Sebelum}} \times 100\% \\ &= \frac{3 - 0}{3} \times 100\%\end{aligned}$$

$$(\%) \text{ Total Coliform} = 100\%$$

LAMPIRAN 7
PERMENKES RI No.492/MENKES/PER/IV/2010



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 492/MENKES/PER/IV/2010

TENTANG

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA,

- Menimbang :
- a. bahwa agar air minum yang di konsumsi masyarakat tidak menimbulkan gangguan kesehatan perlu ditetapkan persyaratan kesehatan kualitas air minum;
 - b. bahwa Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 907/Menkes/SK/VII/2002 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Air Minum dipandang tidak memadai lagi dalam rangka pelaksanaan pengawasan air minum yang memenuhi persyaratan kesehatan;
 - c. bahwa berdasarkan pertimbangan sebagaimana dimaksud dalam huruf a dan huruf b, perlu menetapkan Persyaratan Kualitas Air Minum dengan Peraturan Menteri Kesehatan;
- Mengingat :
- 1. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1984 tentang Wabah Penyakit Menular (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1984 Nomor 20, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3273);
 - 2. Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1999 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 3821);
 - 3. Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004, Nomor 32, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4377);
 - 4. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2004 Nomor 125, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4437), sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Undang-Undang Nomor 12 Tahun 2008 tentang perubahan kedua atas Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2004 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4844);



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIC INDONESIA

5. Undang-Undang Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 144, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5063);
6. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4161);
7. Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2005 Nomor 33, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4161);
8. Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan antara Pemerintah, Pemerintah Daerah Provinsi dan Pemerintah Daerah Kabupaten/Kota (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4737);
9. Peraturan Pemerintah Nomor 42 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2008 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4858);
10. Peraturan Presiden Nomor 47 Tahun 2009 tentang Pembentukan dan Organisasi Kementerian Negara;
11. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 705/MPP/Kep/11/2003 tentang Persyaratan Teknis Industri Air Minum Dalam Kemasan dan Perdaganganannya;
12. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 651/MPP/Kep/10/2004 tentang Persyaratan Teknis Depot Air Minum;
13. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1575/Menkes/Per/XI/2005 tentang Susunan Organisasi dan Tata Kerja Departemen Kesehatan sebagaimana telah diubah beberapa kali terakhir dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 439/Menkes/Per/VI/2009;
14. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18/PRT/M/2007 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum;
15. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 922/Menkes/SK/VIII/2008 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan Provinsi dan Pemerintah Kabupaten/Kota bidang Kesehatan;
16. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 852/Menkes/SK/IX/2008 tentang Strategi Nasional Sanitasi Total Berbasis Masyarakat;



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

17. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 01/PRT/M/2009 tentang Penyelenggaraan Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum Bukan Jaringan Perpipaan;

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : **PERATURAN MENTERI KESEHATAN TENTANG PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM.**

Pasal 1

Dalam Peraturan ini yang dimaksud dengan:

1. Air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.
2. Penyelenggara air minum adalah badan usaha milik negara/badan usaha milik daerah, koperasi, badan usaha swasta, usaha perorangan, kelompok masyarakat dan/atau individual yang melakukan penyelenggaraan penyediaan air minum.
3. Pemerintah daerah adalah gubernur, bupati, atau walikota dan perangkat daerah sebagai unsur penyelenggara pemerintahan daerah.
4. Kantor Kesehatan Pelabuhan yang selanjutnya disingkat KKP adalah unit pelaksana teknis Kementerian Kesehatan di wilayah pelabuhan, bandara dan pos lintas batas darat.
5. Menteri adalah menteri yang tugas dan tanggung jawabnya di bidang kesehatan.
6. Badan Pengawasan Obat dan Makanan yang selanjutnya disingkat BPOM adalah badan yang bertugas di bidang pengawasan obat dan makanan sesuai peraturan perundang-undangan.

Pasal 2

Setiap penyelenggara air minum wajib menjamin air minum yang diproduksinya aman bagi kesehatan.

Pasal 3

- (1) Air minum aman bagi kesehatan apabila memenuhi persyaratan fisika, mikrobiologis, kimiawi dan radioaktif yang dimuat dalam parameter wajib dan parameter tambahan.
- (2) Parameter wajib sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan persyaratan kualitas air minum yang wajib diikuti dan ditaati oleh seluruh penyelenggara air minum.
- (3) Pemerintah daerah dapat menetapkan parameter tambahan sesuai dengan kondisi kualitas lingkungan daerah masing-masing dengan mengacu pada parameter tambahan sebagaimana diatur dalam Peraturan ini.



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Pasal 9

Peraturan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengundangan peraturan ini dengan penempatannya dalam Berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 19 April 2010

MENTERI KESEHATAN,

ttd

dr. Endang Rahayu Sedyaningsih, MPH, Dr. PH



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Lampiran
Peraturan Menteri Kesehatan
Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010
Tanggal : 19 April 2010

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO ₂ ⁻)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO ₃ ⁻)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Kesadahan	mg/l	500
	4) Khlorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

Lampiran
Peraturan Menteri Kesehatan
Nomor : 492/Menkes/Per/IV/2010
Tanggal : 19 April 2010

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

I. PARAMETER WAJIB

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
1	Parameter yang berhubungan langsung dengan kesehatan		
	a. Parameter Mikrobiologi		
	1) E.Coli	Jumlah per 100 ml sampel	0
	2) Total Bakteri Koliform	Jumlah per 100 ml sampel	0
	b. Kimia an-organik		
	1) Arsen	mg/l	0,01
	2) Fluorida	mg/l	1,5
	3) Total Kromium	mg/l	0,05
	4) Kadmium	mg/l	0,003
	5) Nitrit, (Sebagai NO ₂ ⁻)	mg/l	3
	6) Nitrat, (Sebagai NO ₃ ⁻)	mg/l	50
	7) Sianida	mg/l	0,07
	8) Selenium	mg/l	0,01
2	Parameter yang tidak langsung berhubungan dengan kesehatan		
	a. Parameter Fisik		
	1) Bau		Tidak berbau
	2) Warna	TCU	15
	3) Total zat padat terlarut (TDS)	mg/l	500
	4) Kekeruhan	NTU	5
	5) Rasa		Tidak berasa
	6) Suhu	°C	suhu udara ± 3
	b. Parameter Kimiawi		
	1) Aluminium	mg/l	0,2
	2) Besi	mg/l	0,3
	3) Keadahan	mg/l	500
	4) Khlorida	mg/l	250
	5) Mangan	mg/l	0,4
	6) pH		6,5-8,5



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)	mg/l	0,6
	Nitritotriacetic acid (NTA)	mg/l	0,2
c.	Pestisida		
	Alachlor	mg/l	0,02
	Aldicarb	mg/l	0,01
	Aldrin dan dieldrin	mg/l	0,00003
	Atrazine	mg/l	0,002
	Carbofuran	mg/l	0,007
	Chlordane	mg/l	0,0002
	Chlorotoluron	mg/l	0,03
	DDT	mg/l	0,001
	1,2- Dibromo-3-chloropropane (DBCP)	mg/l	0,001
	2,4 Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D)	mg/l	0,03
	1,2-Dichloropropane	mg/l	0,04
	Isoproturon	mg/l	0,009
	Lindane	mg/l	0,002
	MCPA	mg/l	0,002
	Methoxychlor	mg/l	0,02
	Metolachlor	mg/l	0,01
	Molinate	mg/l	0,006
	Pendimethalin	mg/l	0,02
	Pentachlorophenol (PCP)	mg/l	0,009
	Permethrin	mg/l	0,3
	Simazine	mg/l	0,002
	Trifluralin	mg/l	0,02
	Chlorophenoxy herbicides selain 2,4-D dan MCPA		
	2,4-DB	mg/l	0,090
	Dichlorprop	mg/l	0,10
	Fenoprop	mg/l	0,009
	Mecoprop	mg/l	0,001
	2,4,5-Trichlorophenoxyacetic acid	mg/l	0,009
d.	Desinfektan dan Hasil Sampingannya		
	Desinfektan		
	Chlorine	mg/l	5
	Hasil sampingan		
	Bromate	mg/l	0,01
	Chlorate	mg/l	0,7
	Chlorite	mg/l	0,7
	Chlorophenols		
	2,4,6 -Trichlorophenol (2,4,6-TCP)	mg/l	0,2
	Bromoform	mg/l	0,1
	Dibromochloromethane (DBCM)	mg/l	0,1
	Bromodichloromethane (BDCM)	mg/l	0,06
	Chloroform	mg/l	0,3



MENTERI KESEHATAN
REPUBLIC INDONESIA

No	Jenis Parameter	Satuan	Kadar maksimum yang diperbolehkan
	Chlorinated acetic acids		
	Dichloroacetic acid	mg/l	0,05
	Trichloroacetic acid	mg/l	0,02
	Chloral hydrate		
	Halogenated acetonitrilies		
	Dichloroacetonitrile	mg/l	0,02
	Dibromoacetonitrile	mg/l	0,07
	Cyanogen chloride (sebagai CN)	mg/l	0,07
2.	RADIOAKTIFITAS		
	Gross alpha activity	Bq/l	0,1
	Gross beta activity	Bq/l	1

MENTERI KESEHATAN,

ttd

dr. Endang Rahayu Sedyaningsih, MPH, Dr. PH