

## Kinerja Alat Pengolahan Air Minum Portable

oleh:

Bintang Iwhan Moehady<sup>a</sup>, Emma Hermawati Muhari<sup>b</sup>

<sup>a,b</sup>Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : bintang@polban.ac.id

E-mail : emmahermawatimuhari@gmail.com

### ABSTRAK

Ketersediaan air minum yang layak konsumsi merupakan suatu masalah yang ada dalam kehidupan sehari-hari. Kondisi air tanah saat ini sudah semakin tercemar oleh banyaknya kontaminan yang berbahaya. Penelitian ini bertujuan membuat dan menguji alat pengolahan air minum *portable* dengan menggunakan media penyaring untuk menghasilkan air minum yang sesuai dengan baku mutu. Proses yang dilakukan dalam tiga metoda, yaitu proses penyaringan dengan menggunakan media karbon aktif, kombinasi media karbon aktif dengan membran ultrafiltrasi dan penggunaan membran ultrafiltrasi saja. Dari ketiga metoda yang dilakukan diperoleh membran ultrafiltrasi berbahan dasar PVDF (*Polivinylidene Flouride*) berbentuk *hollow fiber* dengan ukuran pori 0,1  $\mu\text{m}$  dan panjang 15 cm menghasilkan produk air minum dengan nilai pH berkisar antara 6,5 sampai dengan 7,5, nilai TDS di bawah 350 mg/L, kandungan ion Fe 0 – 0,002 mg/L, dan kandungan bakteri *Escherichia coli* 0,0 (nol). Hasil tersebut sesuai dengan standar air minum menurut PERMENKES NOMOR 492/MENKES/PER/IV/2010 dan standar SNI-01-2332-1991. Rekomendasi dari penggunaan alat ini adalah pelaksanaan *backwash* setelah menghasilkan lima liter air minum.

**Kata kunci :** Air Minum, *Portable*, Karbon Aktif, Membran Ultrafiltrasi

### PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam yang memegang peranan penting dalam kehidupan manusia. Air dimanfaatkan dalam berbagai bidang kehidupan seperti untuk mencuci, memasak, dan untuk dikonsumsi. Air yang banyak dikonsumsi saat ini adalah air mineral kemasan, akan tetapi air mineral kemasan merupakan salah satu penyebab banyaknya sampah plastik di lingkungan, oleh karena itu timbul pemikiran untuk membuat alat pengolahan air minum yang praktis dan langsung dapat dikonsumsi.

Pemikiran untuk membuat alat pengolahan air minum *portable* juga berlandaskan pada masalah ketersediaan air yang layak dikonsumsi oleh masyarakat. Kondisi air tanah saat ini sudah semakin tercemar oleh banyaknya kontaminan yang berbahaya, sehingga untuk mendapatkan air yang layak konsumsi diperlukan pengolahan air dan teknologi yang mendukungnya. Teknologi pengolahan air minum telah banyak ditemukan, namun teknologi yang berkembang saat ini sangat mahal, sedangkan metode pengolahan air minum secara konvensional sudah mulai ditinggalkan karena sistem pengolahan yang tidak praktis dan produk air minum yang tidak sesuai dengan baku mutu air minum yang berlaku. Berdasarkan permasalahan diatas yang dibutuhkan adalah alat pengolahan air minum yang praktis, berteknologi terkini, dan murah, yang berupa alat pengolahan air minum *portable* sesuai dengan kebutuhan masyarakat.

Proses yang digunakan dalam pengolahan air minum ini menggunakan media filter karbon

aktif, kombinasi media filter karbon aktif dan membran ultrafiltrasi, serta media filter membran ultrafiltrasi. Media filter karbon aktif adalah proses konvensional yang terbukti dapat menghilangkan bau, warna, dan rasa. Membran ultrafiltrasi merupakan teknologi terbaru dalam dunia pengolahan air minum yang terbukti dapat menyaring padatan tersuspensi dan tepat digunakan untuk menyaring bakteri *Escherichia coli* dari air tanah. Metoda pengolahan di atas dipilih dalam penelitian ini, karena proses yang ada sesuai sebagai basis teknologi tepat guna.

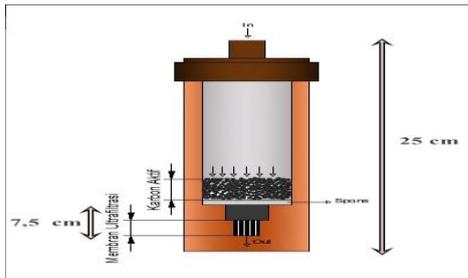
Penelitian ini bertujuan membuat dan menguji kinerja alat pengolahan air minum *portable* dengan media penyaring untuk menghasilkan produk sesuai dengan standar air minum.

### METODOLOGI

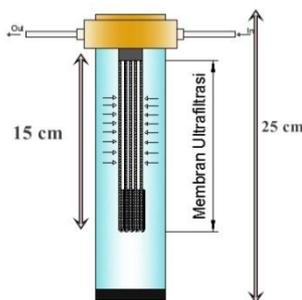
Rancangan proses penyaringan ada tiga metode, yaitu penyaringan dengan media karbon aktif (Gambar 1.), kombinasi karbon aktif dengan membrane (Gambar 2.) dan membrane ultrafiltrasi (Gambar 3.)



Gambar. 1 Pengolahan air minum *portable* dengan media filter karbon aktif



Gambar. 2 Pengolahan air minum portable dengan media karbon aktif dan membran ultrafiltrasi



Gambar. 3 Pengolahan air minum portable dengan membran ultrafiltrasi

Proses penyaringan dilakukan dengan cara air baku dimasukkan dari lubang atas, kemudian air baku melewati media penyaring dan produk ditampung di dalam botol. Pengujian hasil dilakukan dengan menganalisis: Kandungan ion Fe, TDS/DHL, pH, dan bakteri *Escherichia coli*.

Validasi dilakukan dengan menganalisis seluruh parameter air minum sesuai dengan PERMENKES 492/MENKES/PER/IV/2010 dan SNI-01-2332-1991.

Susunan media filter pada percobaan yang kedua yakni di bagian atas menggunakan karbon aktif, kemudian diberi lapisan penghalang antara karbon aktif dan membran ultrafiltrasi, yakni dengan menggunakan bahan spons, setelah itu bagian terakhir yakni membran ultrafiltrasi.

Mekanisme proses penyaringannya adalah air keran sebagai air baku dialirkan melewati karbon aktif, kandungan mineral seperti Fe diserap oleh karbon aktif kemudian dialirkan melalui spons, lalu melewati membran ultrafiltrasi. Karbon aktif berguna sebagai pengolahan awal sebelum air baku disaring oleh membran ultrafiltrasi. Produk air minum akan di tampung dalam alat, karena alat yang digunakan di design seperti botol minum biasa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pengolahan air minum dengan menggunakan media filter karbon aktif

Media filter yang digunakan untuk percobaan pertama yakni menggunakan karbon aktif granular dengan ukuran 15 – 25 µm. Karbon aktif diaktifasi terlebih dahulu sebelum digunakan sebagai media filter. Aktivasi karbon aktif dengan proses pencucian karbon aktif menggunakan air kran hingga warna air cucian tidak keruh untuk menghilangkan pengotor, setelah itu karbon aktif di keringkan dengan sinar matahari, kemudian di oven selama satu jam pada suhu 250°C. Aktivasi karbon aktif bertujuan untuk membuka dan menambah pori-pori karbon aktif sehingga daya serap karbon aktif semakin tinggi dalam menghilangkan kontaminan atau pengotor yang berada di dalam air baku. Tabel.1 adalah hasil penelitian dengan menggunakan media filter karbon aktif.

Tabel.1 Hasil penelitian dengan menggunakan media filter karbon aktif.

Run	Jumlah karbon aktif	Parameter					Hasil
		pH	TDS	DHL	Fe	Kandungan <i>E. coli</i>	
1	35 gram	6.79	239.5	0.3595	0	Positif	Tidak layak minum
2	35 gram	7.025	208.5	0.3155	0.018	Positif	Tidak layak minum
3	35 gram	6.775	214.5	0.3215	0	Positif	Tidak layak minum
4	35 gram	7.445	308	0.4535	0	Positif	Tidak layak minum

Proses pengolahan air minum dengan menggunakan karbon aktif ternyata tidak cukup untuk menghasilkan produk air minum yang sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Karbon aktif digunakan sebagai penyerap kandungan Fe, mengurangi TDS, menghilangkan rasa, dan bau yang terkandung dalam air baku, tetapi karbon aktif tersebut tidak dapat menghilangkan bakteri yang terdapat di dalam air baku.

Hasil yang terlihat dari Tabel.1 menyatakan bahwa pH terletak di rentang 6,7 sampai dengan 7,5 sedangkan untuk standar air minum yakni 6,5 sampai dengan 8,5. Kandungan TDS tidak boleh melebihi 500 mg/L, hasil percobaan berkisar antara 200 mg/L sampai dengan 300 mg/L. Kandungan Fe tidak melebihi dari 0,3 mg/L. Analisa parameter kandungan Fe, TDS, dan pH produk air minum dengan media filter karbon aktif sesuai dengan standar PERMENKES NOMOR 492/MENKES/PER/IV/2010, tetapi kandungan bakteriologi belum sesuai dengan standar SNI-01-2332-1991. Berdasarkan hasil analisis produk air minum positif mengandung bakteri *Escherichia coli*, maka dari itu dilakukan percobaan selanjutnya yakni menggunakan media filter karbon aktif dan membran ultrafiltrasi.

## 2. Percobaan dengan media filter karbon aktif dan membran ultrafiltrasi

Media filter yang digunakan dalam percobaan selanjutnya adalah karbon aktif dengan penambahan membran ultrafiltrasi. Membran ultrafiltrasi dalam literatur selain berfungsi untuk menyaring mineral-mineral yang ada di dalam air baku digunakan pula untuk membunuh bakteri atau virus patogen yang ada di dalam air baku. Membran ultrafiltrasi yang digunakan adalah membran ultrafiltrasi dengan bahan dasar PES (*Polyether Sulfonat*) bentuk *hollow fiber* dengan ukuran pori-pori 0,1 $\mu$ m serta panjang 7,5 cm. Ukuran pori 0,1 $\mu$ m merupakan ukuran pori membran ultrafiltrasi yang terbesar dari membran ultrafiltrasi, namun untuk ukuran pori sebesar 0,1 $\mu$ m sudah dapat digunakan untuk menyaring bakteri dan virus, karena ukuran bakteri atau virus sekitar 0,5 sampai dengan 1,5 $\mu$ m, berdasarkan ukuran tersebut bakteri atau virus seharusnya tidak akan lolos dari membran ultrafiltrasi. Tabel.2 adalah hasil analisis produk dengan media filter karbon aktif dan membran ultrafiltrasi.

Tabel.2 Hasil analisis produk dengan media filter karbon aktif dan membran ultrafiltrasi.

Run	Jumlah karbon aktif	Parameter					Hasil
		pH	TDS	DHL	Fe	Kandungan <i>E. coli</i>	
1	35 gram	7.17	283.5	0.42	0	Positif	Tidak layak minum
2	35 gram	7.215	276	0.413	0	Positif	Tidak layak minum
3	35 gram	6.99	218	0.327	0	Positif	Tidak layak minum
4	35 gram	7.33	251.5	0.3805	0	Positif	Tidak layak minum

Hasil yang didapat dari percobaan dengan menggunakan media filter karbon aktif dan membran ultrafiltrasi ternyata masih tidak sesuai dengan baku mutu air minum yang baik atau masih belum layak untuk diminum. Kandungan kimia dan fisika yang ada di air baku sudah memenuhi syarat, tetapi untuk parameter dari segi bakteriologi ternyata produk yang dihasilkan belum sesuai dengan baku mutu air minum SNI-01-2332-1991 yakni nol. Hasil analisis produk positif mengandung bakteri *Escherichia coli*. Penyebab bakteri masih terdeteksi dalam produk karena terjadi kebocoran pada membran sehingga air baku tidak terserap sempurna oleh pori-pori membran dan melewati celah/kebocoran.

Kandungan ion Fe dari air baku tersaring pada percobaan dengan penambahan membran ultrafiltrasi. Salah satu parameter air yang dihasilkan layak dikonsumsi atau tidak yakni air produk tidak boleh banyak mengandung ion Fe, sesuai dengan PERMENKES bahwa batas maksimum ion Fe pada air minum yang baik yakni 0,3 mg/L, karena pada dosis yang besar Fe di

dalam tubuh akan merusak dinding usus yang menyebabkan kematian.

Nilai *Total Dissolved Solid* sudah memenuhi syarat PERMENKES yakni dibawah 500 mg/L, namun jumlah yang terkandung masih cukup besar yakni antara 200 sampai dengan 300 mg/L, hal ini disebabkan karena adanya kotoran yang berasal dari karbon aktif menempel di *spons* sebagai lapisan penghalang, sehingga terbawa oleh aliran air baku pada saat melewati membran. *Spons* merupakan tempat yang nyaman bagi perkembangbiakan bakteri, sehingga air baku yang melewati *spons* akan membawa serta kuman, bakteri, dan virus yang berada di *spons*. Hal ini menyebabkan kinerja membran untuk menyaring *total dissolved solid* dan kontaminan lain akan semakin berat sehingga kerja membran tidak optimal. Kejadian tersebut menyebabkan pada saat analisis bakteriologi jumlah bakteri *Escherichia coli* yang terkandung di dalam produk cukup banyak ( lebih dari 2400 koloni), sehingga air minum tersebut tidak layak untuk dikonsumsi. Banyaknya bakteri *Escherichia coli* disebabkan pula oleh terjadi kebocoran pada membran karena fabrikasi yang belum sempurna.

Fabrikasi selanjutnya, dilakukan dengan menggunakan dimensi yang sama, akan tetapi alat di fabrikasi yang kedua tidak dapat mengeluarkan produk sama sekali, hal ini dikarenakan adanya karbon aktif dan *spons* yang menghalangi air kran untuk memberikan tekanan secara langsung terhadap membran ultrafiltrasi. Membran ultrafiltrasi dapat mengeluarkan produknya ketika tekanan yang digunakan tepat.

Hasil analisa untuk fabrikasi yang pertama seperti kandungan Fe, pH, DHL, dan *total dissolved solid* pada produk tidak jauh berbeda dengan ketika hanya menggunakan media filter karbon aktif, maka dari itu percobaan selanjutnya hanya menggunakan membran ultrafiltrasi dengan mengganti desain, bahan, ukuran, serta proses dari alat pengolahan air minum *portable* yang sebelumnya agar didapatkan hasil air minum yang layak sesuai dengan standar.

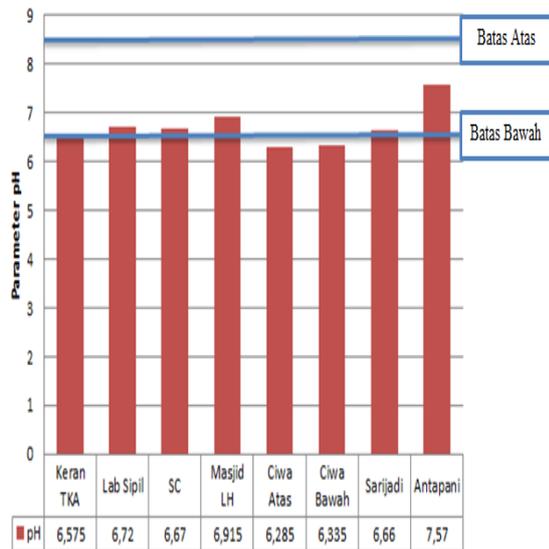
## 3. Percobaan dengan menggunakan media filter membran ultrafiltrasi

Membran ultrafiltrasi yang digunakan yakni membran ultrafiltrasi dengan bahan dasar PVDF (*Polyvinylidene fluoride*), dalam bentuk *hollow fiber* dengan ukuran pori 0,1 $\mu$ m dan panjang membran 15 cm. Percobaan ini dilakukan karena hasil analisis produk dari percobaan sebelumnya belum menunjukkan kesesuaian dengan baku mutu air minum yang baik sesuai SNI-01-2332-1991 yakni untuk parameter bakteriologi.

Percobaan ini membutuhkan tekanan yang besar agar hasil dapat keluar dengan cepat, sistem penyerapan air baku pada membran dibalik yakni

air masuk dari pori-pori membran ultrafiltrasi bagian luar dan produk hasil berada di dalam membran kemudian akan keluar dari lubang tengah pipa. Gambar 4 - 7 merupakan hasil analisis dari percobaan dengan menggunakan media filter membran ultrafiltrasi dengan panjang 15 cm.

Gambar 4 menunjukkan perbandingan pH dengan berbagai sampel air kran. Hasil analisis produk dengan menggunakan media filter membran ultrafiltrasi ternyata dapat memenuhi standar air minum yang layak dikonsumsi untuk nilai pH. pH standar air minum menurut PERMENKES (2010) berkisar antara 6,5 sampai dengan 8,5 sedangkan pH dari produk alat pengolahan air minum portable ini yakni antara 6,5 sampai dengan 7,5, kecuali untuk sampel air kran yang berasal dari Ciwaruga Atas dan Ciwaruga Bawah yang menghasilkan pH kurang dari 6,5.

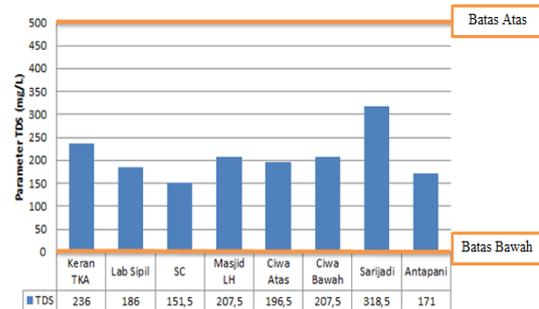


Gambar. 4 Perbandingan pH dengan Berbagai Sampel Air Kran pada Percobaan dengan Menggunakan Media Filter Membran Ultrafiltrasi

Efisiensi kinerja dari membran ultrafiltrasi dalam menaikkan pH adalah 20,05 %, hal ini terlihat pada pH awal sampel kran masjid LH adalah 5,76, sedangkan pH setelah mengalami proses filtrasi dengan menggunakan membran ultrafiltrasi menjadi 6,915.

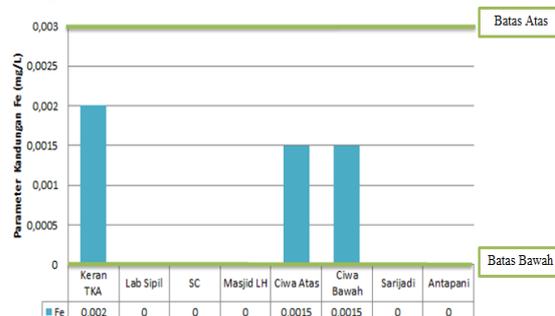
Gambar 5 menunjukkan perbandingan TDS dengan berbagai sampel air kran, dengan hasil semua TDS di berbagai sampel air kran memenuhi sebagai air minum yang baik. Jumlah TDS pada standar (PERMENKES,2010) yakni di bawah 500 mg/L, sedangkan pada produk menunjukkan di bawah 350 mg/L. TDS awal pada sampel air masjid LH adalah 312 mg/L dengan penurunan setelah proses pengolahan air minum portable menjadi 207,5 mg/L, berdasarkan hal tersebut didapatkan efisiensi kinerja alat yakni 35,36%. Gambar tersebut juga menunjukkan bahwa pada satu daerah yang sama yakni di Politeknik Negeri Bandung

dengan sampel air kran TKA, Lab Sipil, SC dan Masjid LH mempunyai kandungan mineral atau garam yang berbeda-beda.



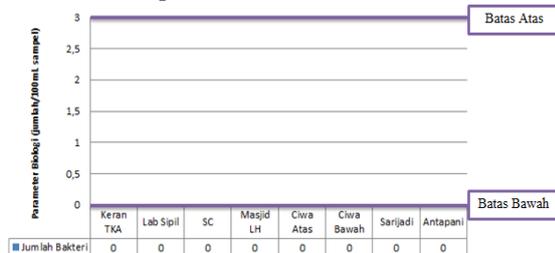
Gambar.5 Perbandingan TDS dengan Berbagai Sampel Air Kran pada Percobaan dengan Menggunakan Media Filter Membran Ultrafiltrasi

Gambar.6 menunjukkan perbandingan kandungan Fe dengan berbagai sampel air kran. Kandungan Fe pada Literatur (PERMENKES, 2010) di bawah 0,3 mg/L, sedangkan kandungan Fe yang terdapat pada produk di bawah 0,1 mg/L. Kandungan ion Fe awal sampel keran masjid LH adalah 0,035, sedangkan kandungan Fe setelah mengalami proses filtrasi dengan menggunakan membran ultrafiltrasi menjadi nol, sehingga didapatkan efisiensi kinerja dari membran ultrafiltrasi untuk menghilangkan kadar Fe adalah 100% . Efisiensi kinerja alat ini digunakan untuk mengetahui seberapa banyak atau seberapa besar alat mampu menurunkan kadar pengotor yang terdapat dalam air baku, Sampel Keran TKA, Ciwaruga atas, dan Ciwaruga bawah menunjukkan bahwa tidak semua mineral dan ion seperti Fe<sup>2+</sup> dapat dihilangkan oleh membran ultrafiltrasi. Mekanisme penghilangan Fe pada air ini terjadi karena teroksidasinya ion Fe<sup>2+</sup> menjadi Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang berupa partikel padatan dan merupakan pengotor sehingga dapat disaring oleh membran ultrafiltrasi. Mineral dan ion yang tidak hilang tersebut bisa dapat digunakan sebagai asupan di dalam tubuh, karena pada dasarnya manusia masih membutuhkan mineral-mineral untuk tubuhnya dengan batasan tertentu.



Gambar.6 Perbandingan Kandungan Fe dengan Berbagai Sampel Air Kran pada Percobaan dengan Menggunakan Media Filter Membran Ultrafiltrasi

Gambar.7 menunjukkan perbandingan kandungan bakteri *Escherichia coli* dengan berbagai sampel air keran. Kandungan bakteri *Escherichia coli* pada produk air minum pada percobaan dengan menggunakan media filter membran ultrafiltrasi adalah nol, yakni sesuai dengan standar SNI 01-2332-1991 dengan jumlah 3/100 mL sampel.



Gambar.7 Perbandingan Kandungan Bakteri *Escherichia coli* dengan Berbagai Sampel Air Kran pada Percobaan dengan Menggunakan Media Filter Membran Ultrafiltrasi

Semua parameter yang dianalisis baik di laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung, Laboratorium Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung maupun swasta yakni Laboratorium Air Setia Budi menunjukkan bahwa produk air minum yang dihasilkan dari alat pengolahan air minum *portable* sesuai dengan standar dan layak untuk dikonsumsi.

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diperoleh simpulan:

Proses pengolahan air kran dengan media filter membran ultrafiltrasi dengan bahan dasar PVDF (Poly Vinylidene Fluoride) yang berbentuk *hollow fiber* dengan ukuran pori-pori 0,1  $\mu\text{m}$ , dan panjang membran 15 cm dapat menghasilkan air minum dengan hasil analisis sesuai standar PERMENKES NOMOR 492/MENKES/PER/IV/2010 dan standar SNI-01-2332-1991, yakni :

1. Rentang nilai pH berkisar antara 6,5 sampai dengan 7,5, dengan efisiensi kenaikan pada sampel Masjid LH 20,05 %
2. Nilai TDS di bawah 350 mg/L, dengan efisiensi penurunannya pada sampel Masjid LH yakni 35,36 %
3. Kandungan ion Fe 0 – 0,002 mg/L, dengan efisiensi penurunan kandungan Fe pada sampel Masjid LH yakni 100 %
4. Kandungan bakteri *Escherichia coli* adalah 0,0 (nol).

## SARAN

Setelah menghasilkan produk sebanyak lima liter air minum perlu *backwash* untuk menghilangkan pengotor yang menyumbat pori-pori membran ultrafiltrasi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada sdr.Fitri Auliani, Putri Pradnya P A J B atas peran serta dalam penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Danaryanto., Kodoatie, Robert J., Hadipurwo, S., Sangkawati, S., 2006. Manajemen Air Tanah Berbasis Konservasi. Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral.
- [2] Hadipurwo.(2006). Konservasi sebagai upaya penyelamatan air tanah, disampaikan pada : seminar nasional hari air dunia. Direktorat pembinaan pengusahaan panas bumi dan pengelolaan air tanah direktorat jenderal mineral batubara dan panas bumi department energy dan sumber daya mineral.
- [3] Notodarmojo,Suprihanto, dkk. 2004. *Penurunan Zat Organik dan Kekeruhan Menggunakan Teknologi Membran Ultrafiltrasi dengan Sistem Aliran Dead-End*. Teknik Lingkungan ITB:Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
- [3] Standar Nasional Indonesia. Persyaratan Air Minum. Nomor SNI-01-2332-1991
- [4] Surat Keputusan Menteri Kesehatan NOMOR 461/MENKES/PE/IX/1990.
- [5] Surat Keputusan Menteri Kesehatan NOMOR 492/MENKES/PER/IV/2010
- [6] Wenten, I. G. 1996. *Membrane Technology for Industry and Environmental Protection*. UNESCO. Institut Teknologi Bandung:Center for Membrane Science and Technology