

JURNAL TEKNIK SIPIL

**Proses Evaluasi Penawaran Kontraktor Dengan Sistem Nilai
(Merit Point System)**

(*Maksum Tanubrata, Milsa Setiaputri*)

Kajian Kelayakan Air Sungai Cikapundung Sebagai Air Bersih

(*Ginardy Husada, Maria Christine, Maria Fransiska*)

**Penggunaan Teori Pengembangan Rongga
dalam Uji Menard Pressuremeter**

(*Ibrahim Surya*)

**Evaluasi Karakteristik Agregat Untuk Dipergunakan
Sebagai Lapis Pondasi Berbutir**

(*Yully Yanette, Tan Lie Ing, Samun Haris*)

**Pengembangan Model Simulasi Integrasi Biaya dan Jadwal
Proyek Konstruksi dibawah Ketidakpastian**

(*Deni Setiawan, Ronald Simatupang*)

J. Tek.Sipil	Vol. 6	No. 2	Hlm.79-193	Bandung, Oktober 2010	ISSN 1411-9331
--------------	--------	-------	------------	-----------------------------	-------------------



JURNAL TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA

Jurnal Teknik Sipil adalah jurnal ilmiah jurusan teknik sipil Universitas Kristen Maranatha yang diterbitkan 2 kali setahun pada bulan April dan Oktober. Pertama kali terbit bulan Oktober 2003. Tujuan penerbitan adalah sebagai wadah komunikasi ilmiah dan juga penyebarluasan hasil penelitian, studi literatur dalam bidang teknik sipil atau ilmu terkait. Bila pernah dipresentasikan pada seminar agar diberi keterangan lengkap.

Pelindung	: Rektor Universitas Kristen Maranatha
Penanggung Jawab	: Dekan Fakultas Teknik Universitas Kristen Maranatha
Pemimpin Redaksi	: Ir. Maksum Tanubrata, MT.
Ketua Dewan Penyunting	: Yosafat Aji Pranata, ST., MT.
Penyunting Pelaksana	: Dr. Ir. Budi Hartanto Susilo, M.Sc. Ir. Maria Christine, M.Sc. Ir. Herianto Wibowo, M.Sc. Anang Kristianto, ST., MT. Andrias Suhendra Nugraha, ST., MT.
Desain Visual dan Editor	: Aldrin Boy
Sekretariat dan Sirkulasi	: Dra. Dorliana
Alamat Redaksi	: Sekretariat Jurnal Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha Jl. Prof. drg. Suria Sumantri MPH. No. 65 Bandung 40164 Tel. 022 - 2012186 ext. 212 Fax. 022 - 2017622
E-mail	: jurnal_ts@eng.maranatha.edu
Penerbit	: Jurusan Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha Jl. Prof. drg. Suria Sumantri MPH. No. 65 Bandung 40164



JURNAL TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA

DAFTAR ISI :

Proses Evaluasi Penawaran Kontraktor Dengan Sistem Nilai (<i>Merit Point System</i>) (<i>Maksum Tanubrata, Milsa Setiaputri</i>)	79-100
Kajian Kelayakan Air Sungai Cikapundung Sebagai Air Bersih (<i>Ginardy Husada, Maria Christine, Maria Fransiska</i>)	101-120
Penggunaan Teori Pengembangan Rongga dalam Uji Menard <i>Pressuremeter</i> (<i>Ibrahim Surya</i>)	121-150
Evaluasi Karakteristik Agregat Untuk Dipergunakan Sebagai Lapis Pondasi Berbutir (<i>Yully Yanette, Tan Lie Ing, Samun Haris</i>)	151-164
Pengembangan Model Simulasi Integrasi Biaya dan Jadwal Proyek Konstruksi dibawah Ketidakpastian (<i>Deni Setiawan, Ronald Simatupang</i>)	165-192

KAJIAN KELAYAKAN AIR SUNGAI CIKAPUNDUNG SEBAGAI AIR BERSIH

Ginardy Husada¹, Maria Christine², Maria Fransiska³

¹Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

³Dosen Luar Biasa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

ABSTRAK

Saat ini **air bersih** menjadi langka dan berbagai penyakit yang disebabkan oleh air baku yang sudah terkontaminasi mempengaruhi hampir seluruh penduduk dunia. Indonesia diperkirakan mengalami krisis **air bersih** pada tahun 2025. Air bawah tanah kota Bandung juga dinyatakan dalam keadaan kritis. Oleh karena itu, perlu ditemukan proses pemurnian air dengan metode yang efisien. Penelitian akan dilakukan di kota Bandung dengan fokus air baku dari sungai yang sudah terkontaminasi dan air sumur yang tidak layak dikonsumsi. Air baku tersebut diolah menjadi **air bersih** dengan proses kimia-fisika. Proses **pengolahan air** diamati dan dirancang ke dalam rangkaian alat yang sederhana, murah dan mudah dioperasikan. Penelitian dilakukan di 3 titik aliran sungai Cikapundung dan 1 titik di sungai Cisangkuy Banjaran., dari hasil pemeriksaan air di Laboratorium didapat bahwa air baku sungai Cikapundung sampel 1, 1A dan 1C dan air sungai Cisangkuy sampel 1B masih mudah diolah menjadi air bersih dengan sistem pengendapan semalam sambil diberi kaporit dan tawas kemudian dilakukan penyaringan sederhana, Sedangkan untuk syarat air minum ada beberapa unsur yang harus dikurangi, untuk air baku sungai Cikapundung sampel 1 unsur yang tidak memenuhi yaitu, Besi 0,38, Mangan 0,18 dan Timbal 0,0118, untuk sampel 1A masih memenuhi syarat air minum, untuk sampel 1C unsur yang tidak memenuhi yaitu, Besi 0,43 dan Mangan 0,12. Untuk sampel 1B unsur yang tidak memenuhi yaitu, Besi 0,46 dan Mangan 0,33. Untuk air sumur sampel 1D unsur yang tidak memenuhi sebagai air minum pH 6,06 dan Timbal 0,016. Untuk Penyaringan awal dibutuhkan waktu yang cukup signifikan, sehingga tidak meningkatkan parameter-parameter yang tidak diharapkan. Dari hasil penelitian ini dirancang 2 buah alat penyaringan yaitu : Alat penyaringan dengan 1 tabung dan Alat penyaringan dengan 2 tabung.

Kata Kunci: pengolahan air, air bersih

ABSTRACT

Nowadays, clean water becomes scarce and various diseases caused by contaminated raw water affects almost the entire population of the world. Water crisis is estimated to be occurred in Indonesia by 2025. Ground water in Bandung is also stated in critical condition. Therefore, it is necessary to find the water purification process in an efficient method. Research will be conducted in Bandung focusing on well water that is not consumable and raw water from rivers that have been contaminated. Raw water is treated into clean water with chemical-physical processes. Water treatment process are observed and designed into a series of equipment that are simple, inexpensive and easy to operate. The study was conducted at three spot of Cikapundung River and one spot at the Cisangkuy River at Banjaran. Laboratory inspection found that the raw water sample from Cikapundung River (sample 1, 1A and 1C) and from Cisangkuy River (sample 1B) can be easily treated into clean water by overnight chlorine and alum precipitation system and by a simple filtering system. Meanwhile for the requirement of drinking water, there are several elements that must be reduced; on sample 1: Iron 0.38, Manganese 0.18, Lead 0.0118; sample 1A already complete the requirement of drinking water; on sample 1B: Iron 0.43, and Manganese 0.12; on sample 1C: pH 6,06 and Lead 0,016. Initial filtration should be conducted not in a short-term, because it can increase the unexpected parameters. This research results in the designation of

two types of Water Treatment Equipment, which are: single tube water filtration system and double tube water filtration.

Keywords: water treatment, clean water

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air merupakan kebutuhan dasar manusia, terutama sebagai air minum. Tingginya modernisasi menyebabkan menurunnya kualitas air. Pada Pekan Lingkungan Indonesia 2009 di Jakarta Convention Centre, 25 Maret 2009, Menteri Lingkungan Hidup, Rachmat Witoelar mengatakan masyarakat dunia tak hanya terancam kelaparan namun juga kehausan. Kelangkaan air paling parah di kawasan Afrika. Sedangkan untuk Asia Tengah adalah Indonesia, khususnya di Jawa dan sepanjang pantai utara. (Fajar Indonesia, 26 Maret 2009).

Data Dinas Pekerjaan Umum menunjukkan sekitar 70 persen populasi Indonesia mengkonsumsi air yang sudah terkontaminasi zat-zat berbahaya. Hampir 100 juta orang Indonesia punya akses terbatas mendapatkan air bersih. Hanya sekitar 4,5 persen penduduk Pulau Jawa, dimana 65 persen penduduk Indonesia tinggal di pulau tersebut, bisa mengkonsumsi air bersih.

Saat ini, pengelolaan sumber daya air di Indonesia masih berorientasi pada sisi penyediaan. Dirjen Sumber Daya Air Departemen PU Basuki Hadimuljono mengatakan "Degradasi air akibat pertambangan, perambahan hutan, eksploitasi air, pencemaran dan peningkatan sedimentasi air di sungai bisa menyebabkan krisis air. Indonesia diperkirakan mengalami krisis air pada 2025." (Westjavawater, 2005)

Setiap tahun kondisi lingkungan hidup cenderung menurun. Selain krisis air, negeri ini juga menjadi langganan bencana alam. Harian Fajar Indonesia (26 Maret 2009) juga mengutip pernyataan Deputi Komunikasi Lingkungan dan Pemberdayaan Manusia Kementerian Lingkungan Hidup, Hendri Bastaman, "Dari 33 propinsi, sekitar 27 propinsi lumayan parah, diantaranya terkena peristiwa longsor dan banjir. Ini yang harus kita carikan solusinya."

Majewski dan Chan, seperti yang dikutip oleh Ewing (2008), menjelaskan bahwa ketersediaan akan air layak minum secara cepat menjadi sebuah masalah sosial-ekonomi di seluruh dunia, terutama di negara berkembang. Teknologi pemurnian air seringkali rumit dan membutuhkan peralatan yang canggih. Selain itu, pemurnian air juga membutuhkan biaya yang mahal dan perawatan yang mahal pula.

Tujuan

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan sebelumnya, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mempelajari karakteristik air sungai Cikapundung di Kota Bandung dan mengolah air sungai Cikapundung yang tidak layak dikonsumsi menjadi air bersih.

Fokus Penelitian

Penelitian dilakukan di Kota Bandung dengan fokus air sungai Cikapundung. Pemilihan sampel dilakukan dengan cara *convenience sampling* di Sungai Cikapundung.. Mengungkap mutu air sungai Cikapundung yang terdapat di Kota Bandung dan Mempelajari proses pengolahan air yang harus dilakukan untuk mendapatkan air bersih.

Tahapan Penelitian

Tahapan dari penelitian ini adalah:

1. Observasi dan dokumentasi pada objek penelitian
2. Mengumpulkan data mengenai air sungai Cikapundung
3. Menganalisis proses pengolahan air tidak layak konsumsi menjadi air bersih.
4. Penulisan laporan

Rumusan Masalah

Tingginya modernisasi di daerah perkotaan, seperti Kota Bandung mengakibatkan kualitas air terus menurun. Pertumbuhan penduduk juga menyebabkan permintaan yang tinggi terhadap air bersih. Pada daerah bencana banjir atau bencana alam lainnya, masyarakat yang terkena musibah membutuhkan air bersih. Oleh karena itu, diperlukan cara penanggulangan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan air bersih dan air minum.

2. STUDI PUSTAKA

Kondisi Air Bersih di Kota Bandung

Kepala Dinas Pertambangan Provinsi Jawa Barat, H. Ismail Hasjim, mengemukakan bahwa kondisi cekungan Bandung sudah sangat kritis, sehingga pengawasan pengambilan air bawah tanah (ABT) di zona ini akan diperketat. Bahkan untuk tiga wilayah, yakni kawasan **Ujungberung**, **Leuwigajah** dan **Dayeuhkolot**, pemerintah tidak akan lagi mengeluarkan izin pengambilan ABT.

Sedangkan untuk sumur yang sudah ada, volumenya diperkecil. (Westjavawater, 2005)

Wakil Gubernur Jabar, Nu'man A. Hakim saat membuka Rapat Koordinasi Bidang Pertambangan se-Jabar mengungkapkan bahwa air bawah tanah khususnya di cekungan Bandung harus dikendalikan. Nu'man menekankan masalah ABT cekungan Bandung benar-benar harus ditangani serius. "Kami sempat dipanggil oleh Komisi VIII DPR RI menanyakan keseriusan penanganan air bawah tanah cekungan Bandung. Apabila kondisi ABT dibiarkan terus kritis, tidak akan lama lagi ABT akan habis dan selanjutnya Bandung akan kekurangan air yang hebat," katanya. (Westjavawater, 2005)

Pentingnya Pengolahan Air Bersih

Organisasi kesehatan dunia, WHO (*The World Health Organization*) menerbitkan panduan kualitas air bersih. Panduan ini memberi dasar untuk membantu negara-negara yang ada menciptakan standar air bersih, peraturan dan norma yang sesuai dengan keadaan negara tersebut dan keadaan di sekitarnya. Pemerintah Republik Indonesia juga telah mengeluarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

Mr. Bob MacMullan, sekretaris parlemen untuk bantuan pengembangan internasional AUSAID, menyatakan bahwa sanitasi yang baik dan air layak minum adalah sangat penting untuk meningkatkan kesehatan dan hasil pendidikan bagi masyarakat miskin, terutama wanita, anak-anak, dan orang cacat. Kita harus meningkatkan usaha untuk membantu mengurangi proporsi masyarakat yang tidak memiliki akses pada air layak minum dan sanitasi. Hal ini sesuai dengan tujuan pengembangan millennium PBB yang ingin dicapai pada tahun 2015 (AUSAID, 2009).

IBM (2009) juga mengadakan proyek penelitian untuk mendapatkan air bersih. Bob Allen, manajer proyek pemurnian air IBM, menyatakan bahwa saat ini air bersih menjadi langka dan penyakit yang disebabkan oleh air kotor mempengaruhi hampir seluruh penduduk dunia. Oleh karena itu kita harus berpacu untuk menemukan metode yang efisien untuk memurnikan sumber daya

alam ini. IBM saat ini tengah meneliti proses pengolahan air dengan menggunakan teknologi penyaringan membran.

AUSAID pada *Sanitation and Water Conference* yang diadakan di Melbourne Oktober 2008, melaporkan lebih dari 880 juta penduduk dunia yang tidak memiliki akses pada air bersih. Di daerah perkotaan di Indonesia, air minum yang memiliki kualitas baik hanya 68% (Anwar, 2004). Menurut studi yang dilakukan oleh Dep. Kimpraswil tahun 2003, seperti yang dikutip oleh Anwar (2004), penduduk yang memiliki akses terhadap air ledeng hanya 39% dari total penduduk perkotaan atau sekitar 33 juta jiwa.

Ewing (2008) mengutip laporan UNESCO yang berjudul “*Water for People – Water for Life*”. Dalam laporan tersebut dinyatakan lebih dari 6000 orang meninggal setiap harinya akibat penyakit yang disebabkan oleh air, termasuk diare, infeksi cacing, dan penyakit infeksi lainnya. Polutan organik yang berasal dari limbah industri dari pengolahan kertas dan pulp, pabrik tekstil dan kulit, penempaan baja dan pemurnian petrokimia merupakan penyebab utama. Proses pemurnian air dapat membantu mencegah penyakit dan racun yang mengancam jutaan orang.

Menurunnya kualitas air minum dapat menimbulkan berbagai masalah. Kontaminasi mikroba di dalam air minum dapat menimbulkan berbagai penyakit. Oleh karena itu, pengendalian penyakit yang disebabkan oleh air minum merupakan hal yang penting diperhatikan oleh pengelola air minum (LeChevallier dan Au, 2004).

Sebuah studi yang diterbitkan dalam *International Journal of Cancer* pada bulan April 2006 mengemukakan hubungan yang signifikan antara konsumsi air yang mengandung klorin dengan kanker saluran kencing pada pria. McMahon juga mengutip dari *The National Cancer Institute* yang memperkirakan resiko terkena kanker lebih besar 93% pada orang yang mengkonsumsi air yang mengandung klorin. Oleh karena itu proses pemurnian air sangat penting untuk dilakukan. WHO juga membuktikan pada suatu negara yang penduduknya mengkonsumsi air yang terkontaminasi arsenik dalam jangka waktu lama, satu dari sepuluh orang yang meminum air tersebut meninggal akibat kanker yang

disebabkan oleh senyawa arsenik, termasuk kanker paru-paru, saluran kencing, dan kulit.

Pada Tabel 2.1 dijelaskan kontaminasi air dari gas sampai dengan padatan, dampak yang terjadi serta bagaimana proses pemurnian dapat dilakukan juga secara umum bahan dasar air ditemukan. Proses pengolahan yang terbaik harus dipilih untuk memastikan produksi air bersih yang bermutu tinggi. Hal-hal yang harus diperhatikan dalam pengolahan air bersih antara lain: kualitas air baku, perkiraan konsentrasi bakteri patogen dalam air, pengujian kesesuaian hasil pengolahan air dengan target yang ingin dicapai, dan pemilihan alat ukur untuk mengendalikan operasi pengolahan air (LeChevallier dan Au, 2004).

Tabel 2.1. Kontaminan dalam Air (Enercon Consultancy Services, 2003).

Pengotor	Dampak	Proses Pemurnian	Keterangan
Gas Terlarut			
Hidrogen Sulfida (H ₂ S)	Bau tak sedap, rasa tidak enak, dan korosif terhadap logam	Aerasi, Filtrasi, Klorinasi	Ditemukan pada air bawah tanah, atau aliran air limbah
Karbon Dioksida (CO ₂)	Korosif, membentuk asam karbonat	Deaerasi, Netralisasi dengan alkali	
Oksigen (O ₂)	Korosi dan pemngan pipa	Deaerasi dan perlakuan kimia menggunakan sodium sulfit atau Hydrazin	
Padatan			
Lumpur	Endapan dan kerak	Klarifikasi dan filtrasi	Batas maksimum 5 ppm untuk pemakaian umum, dan 10 ppm untuk air minum
Zat organik (senyawa diatomik, jamur, bakteri dari kotoran, bakteri besi /mangan)	Busa, endapan, pemampatan pipa dan korosi	Klarifikasi, filtrasi dan perlakuan kimia	Ditemukan pada air permukaan akibat pembusukan tanaman dan limbah pertanian. Senyawa organik terurai menjadi asam dan mengakibatkan pH air menjadi rendah
Padatan koloid terlarut			
Minyak	Busa, endapan	Koagulasi dan filtrasi	
Kesadahan: kalsium (Ca) dan magnesium (Mg)	Kerak, isolator panas	Pelunakan air	Berbentuk senyawa bikarbonat, sulfat, dan nitrat.

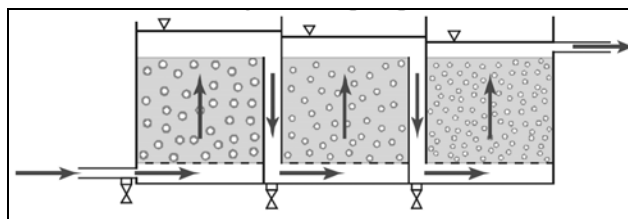
Alkalinitas (NaOH, NaHCO ₃ , Na ₂ CO ₃)	Busa, asam karbonat dapat menyebabkan korosi	Deaerasi, pertukaran ion, deionisasi, dan perlakuan asam	Garam sodium (Na) selalu ditemukan dalam air, sangat mudah larut dan tidak dapat dihilangkan dengan pengendapan kimiawi
Sulfat (SO ₄)	Kerak	Deionisasi	Sodium sulfat banyak ditemukan dalam air, terutama air dimana terjadi pengendapan kalsium dan magnesium dengan soda abu
Klorin (Cl)	Gangguan kesehatan		
Besi (Fe) dan Mangan (Mn)	Endapan pada pipa	Aerasi, filtrasi, pertukaran ion	Bentuk umum: besi bikarbonat
Silika (Si)	Kerak dan endapan pada pipa	Deionisasi, proses soda kapur, proses kapur-zeolit	

Proses Pengolahan Air menjadi Air Siap Minum

Sistem pengolahan air bersih dengan sumber air baku sungai, tanah dan air pegunungan, dengan skala atau standar air minum, memerlukan beberapa proses. Proses yang perlu diterapkan tergantung dari kualitas air baku tersebut. Secara umum proses pengolahan air kotor menjadi air bersih adalah melalui tahapan: penyaringan kasar, deaerasi, pengendapan, pelunakan, dan penyaringan membrane (LeChevallier dan Au, 2004).

Penyaringan Kasar (*Roughing Filter*)

Tahap penyaringan kasar ini bertujuan untuk menghilangkan lumpur, ganggang, turbiditas air, virus dan protozoa. Perlakuan awal dilakukan pada bak penampungan air. Aliran air pada tahap penyaringan kasar dilakukan secara *upflow*, yaitu air dialirkan dari bagian bawah saringan. Aliran *upflow* bertujuan menghindari pemampatan karena lumpur pada saringan dan untuk mempermudah pembuangan endapan. Media penyaring yang digunakan adalah pasir aktif, dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Penyaringan Kasar dengan Aliran *Upflow*

Deaerasi

Gas-gas yang terlarut dalam air dapat dihilangkan dengan proses deaerasi. Proses deaerasi berdasarkan Hukum Henry yang menyatakan bahwa kelarutan gas di dalam larutan akan berkurang seiring dengan berkurangnya tekanan parsial gas di atas permukaan larutan. Kelarutan gas juga dipengaruhi oleh temperatur. Jika temperature meningkat maka kelarutan gas akan berkurang.

Gas oksigen yang terdapat dalam air juga dapat merugikan dalam dunia industry. Gas oksigen terlarut dalam air dapat mengakibatkan korosi pada alat-alat yang digunakan. Proses deoksigenasi dilakukan dengan menambahkan zat sodium sulfite (Na_2SO_3) yang akan menangkap gas O_2 . Selain itu, dapat juga ditambahkan hidrazin hidrat ($\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) yang dapat menangkap oksigen, sekaligus mereduksi zat besi oksida atau tembaga oksida yang merupakan hasil korosi.

Pengendapan

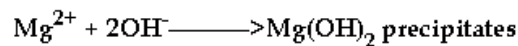
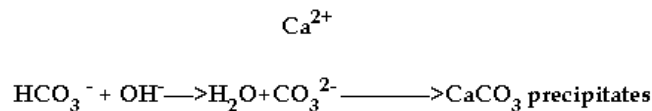
Proses pengendapan atau koagulasi bisa dilakukan dengan menggunakan bahan kimia seperti bahan koagulan (Hipoklorite/PAC). Penambahan oksidator kuat seperti klorin, klorin dioksida atau ozon dapat berfungsi sebagai disinfektan, menonaktifkan sel mikroba karena klorin menyebabkan kerusakan fisik pada membran sel bakteri.

Zat oksidan dapat ditambahkan ke dalam air untuk menghilangkan rasa dan bau, menghilangkan kadar besi dan mangan, dan penghilangan partikel-partikel lain. Hal penting yang harus diperhatikan dalam efisiensi disinfektan adalah konsentrasi, waktu kontak, temperatur, dan pH. Sinar ultraviolet (UV) juga dapat membunuh mikroba melalui reaksi dengan inti sel mikroba dan sangat efektif untuk menghilangkan *Cryptosporidium*. Untuk mengetahui banyaknya bakteri dalam air, digunakan pelat agar TTC. Pelat agar TTC dicelupkan ke dalam

air kemudian diletakkan dalam inkubator dengan suhu 27-30°C selama 24-48 jam. Jumlah bakteri yang tumbuh pada medium dibandingkan dengan gambar standar pertumbuhan bakteri. Hal yang perlu diperhatikan adalah keragaman dalam proses dan pengukuran untuk menentukan efektifitas total untuk pengendalian mikroba. Alat-alat ukur tersebut akan memastikan apakah mutu mikroba dalam air yang telah diolah telah memenuhi standar air minum.

Pelunakan air

Pelunakan air yang mengandung bikarbonat $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ dan $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ dapat dilakukan dengan proses kapur. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Proses ini kemudian dilanjutkan dengan proses zeolit. Zeolit merupakan sodium aluminium silikat hidrat. Air yang mengandung kalsium (Ca) atau magnesium (Mg) jika dilewatkan pada unggun zeolit akan mengalami pertukaran ion. Sodium yang berikatan dengan zeolit akan digantikan oleh kalsium dan magnesium. Zeolit yang sudah jenuh dapat diregenerasi kembali dengan menggunakan garam industri. Pengujian kesadahan air dapat dilakukan dengan cara titrasi menggunakan EDTA (Ethylenediaminetetraacetic Acid), dengan indikator EBT (Eriochrome Black T). Titrasi dilakukan untuk menganalisa banyaknya ion logam di dalam air sampel yang telah diproses. Titik akhir titrasi mudah diamati yaitu perubahan warna dari merah (kompleks logam-EBT) menjadi biru (EBT bebas).

Penyaringan Membran

Proses penghilangan bakteri dari dalam air minum yang terakhir adalah filtrasi (penyaringan). Dalam proses penyaringan, mikroba dihilangkan dengan kombinasi dari perlakuan fisika-hidrodinamika dengan larutan kimia. Penyaringan

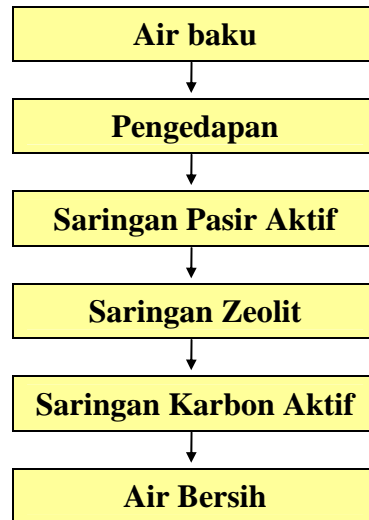
pasir lambat dapat mengurangi jumlah mikroba melalui interaksi biologis dan fisika-kimia. Penyaringan membran juga dapat dilakukan untuk menghilangkan mikroba berdasarkan ukurannya. Penyaringan membran sangat efektif untuk menghilangkan mikroba yang lebih besar daripada ukuran pori-pori membran. Seluruh proses pengolahan air ini dapat menghilangkan patogen hingga 4 log atau lebih. Penyaringan membran dilakukan dengan menggunakan metode “*reverse osmosis*” dengan menggunakan media penyaring *cellulose acetate*, poliamida, atau polipropilen.

Pengujian pH

Skala pH menyatakan konsentrasi dari ion hidrogen yang bermuatan positif (H^+) yang dinyatakan dalam bentuk logaritma. pH dinyatakan dalam rentang 0 – 14. Semakin rendah pH menyatakan semakin banyak ion hidrogen (H^+) atau tingkat keasaman yang semakin tinggi. Sebaliknya, semakin tinggi pH maka semakin banyak ion hidroksida (OH^-) atau tingkat alkalinitas semakin tinggi. pH = 7 menyatakan titik tengah atau netral, dimana jumlah ion hydrogen sama dengan ion hidroksida. Pengujian pH dapat dilakukan dengan elektrometrik dan kolorimetrik. Metode elektrometrik dilakukan dengan menggunakan pH meter dengan cara mengalirkan arus listrik. Metode ini memberikan hasil yang lebih akurat. Metode kolorimetrik dilakukan dengan penambahan zat warna, yang warnanya akan berubah sesuai dengan pH-nya. Kemudian warna yang terjadi dibandingkan secara visual dengan standar.

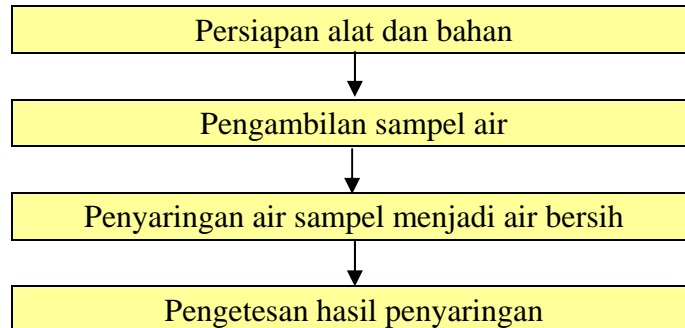
3. METODE PENELITIAN

Tim peneliti menggunakan metode deskriptif kuantitatif dalam mengevaluasi kadar kontaminan dalam air sungai yang tidak layak dikonsumsi. Peneliti melakukan perancangan alat pengolahan air sungai yang tidak layak dikonsumsi dan kotor menjadi air bersih. Peneliti melakukan observasi terhadap kinerja alat pengolahan air yang akan dibuat. Air yang telah diolah kemudian diuji kualitasnya. Gambar 3.1 menjelaskan proses pengolahan air yang dilakukan.



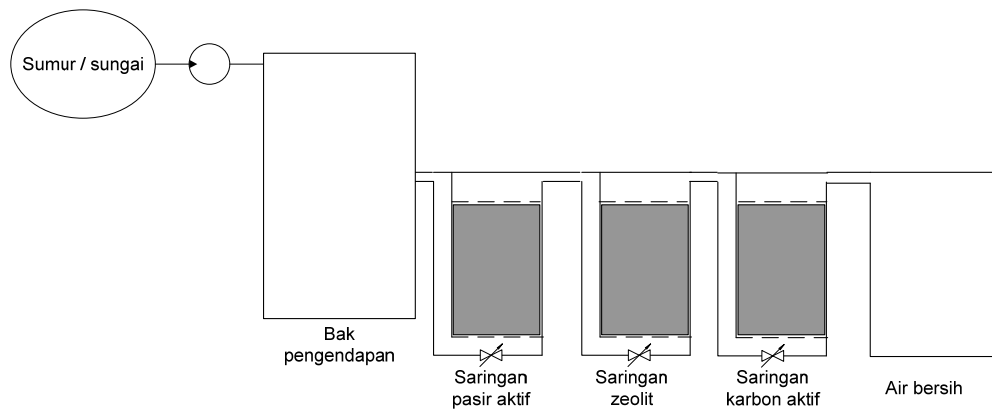
Gambar 3.1. Diagram alir proses pengolahan air

Penelitian Dilakukan Dalam Tiga Tahapan, yaitu Percobaan penyaringan air, Evaluasi hasil percobaan, dan Perancangan alat. Tahap pertama dilakukan mulai tanggal 16 Mei 2010 hingga 21 Juli 2010. Diagram alir percobaan penyaringan air disajikan dalam Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Diagram alir percobaan penyaringan air

Alat penyaringan air disiapkan sesuai dengan skema dalam Gambar 3.3. Air sampel akan ditampung terlebih dahulu di dalam bak pengendapan. Setelah itu air dialirkan melewati media penyaringan pasir aktif, mangan zeolit, dan karbon aktif.



Gambar 3.3. Diagram Alir Proses Penyaringan Air

Alat-alat yang disiapkan meliputi:

1. Bak pengendapan berupa toren berukuran 500 cm³.
2. Tiga buah kolom penyaringan yang terbuat dari kaca berukuran 30cmx30cmx50 cm, dengan tebal kaca 5mm.
3. Media penyaringan, yaitu: Pasir Aktif, Mangan Zeolit/zeolit, Karbon Aktif.
4. Stop kran, pipa, dan selang penghubung antar bak dan media penyaringan.
5. Jerigen penampungan air bersih untuk pengujian Laboratorium.

Air sampel yang digunakan dalam percobaan ini adalah air sungai Cikapundung beserta anak sungainya yang terdapat di kota Bandung. Data air sampel disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Data Air Sampel Sungai Cikapundung

Sampel	Lokasi pengambilan air	Tanggal pengambilan sampel	Tanggal percobaan & pengetesan
1	Jalan Siliwangi	16 Mei 2010	20 Mei 2010 22 Mei 2010
1A	Jalan Pasirluyu	27 Mei 2010	27 Mei 2010
1C	Jalan Buah Batu (dekat pintu tol Buah Batu)	7 Juni 2010	29 Juni 2010 1 Juli 2010 21 Juli 2010



Gambar 3.4. Lokasi Pengambilan Sampel 1 (16 Mei 2010)



Gambar 3.5. Lokasi Pengambilan Sampel 2 (28 Mei 2010)



Gambar 3.6. Lokasi Pengambilan Sampel 1C (7 Juni 2010)

Air sampel ditampung ke dalam bak pengendapan dengan ditambahkan kaporit dan tawas. Kaporit yang ditambahkan adalah $\frac{1}{4}$ tablet ke dalam 500 cm³ air. Fungsi kaporit adalah sebagai desinfektan. Tawas yang ditambahkan adalah 50 gram ke dalam 500 cm³ air. Fungsi tawas adalah sebagai koagulan, untuk mengendapkan partikel-partikel pengotor dalam air. Kemudian air sampel

diendapkan selama 1 malam. Air sampel kemudian dialirkan melalui media penyaringan dengan menggunakan gaya gravitasi. Rangkaian media penyaringan air ditunjukkan dalam Gambar 3.7. Urutan media penyaringan air yang digunakan adalah pasir aktif – mangan zeolit – karbon aktif.



Gambar 3.7. Rangkaian Media Penyaringan Air

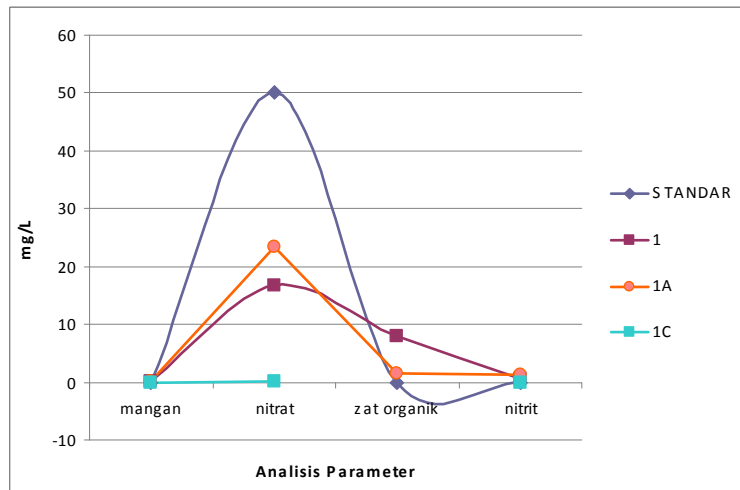
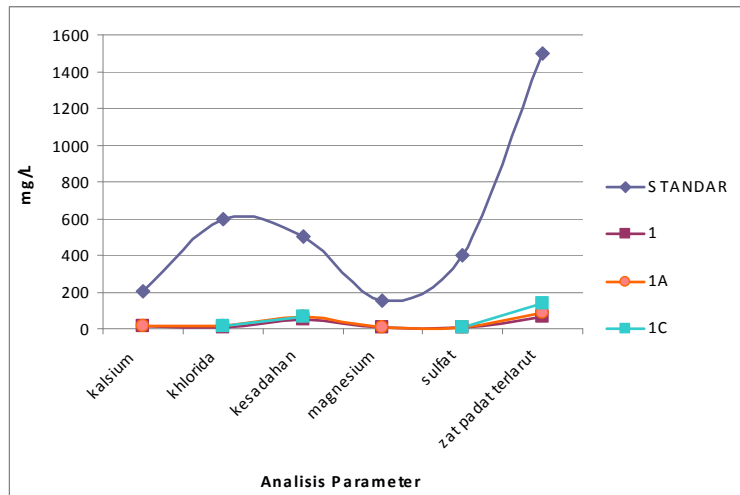
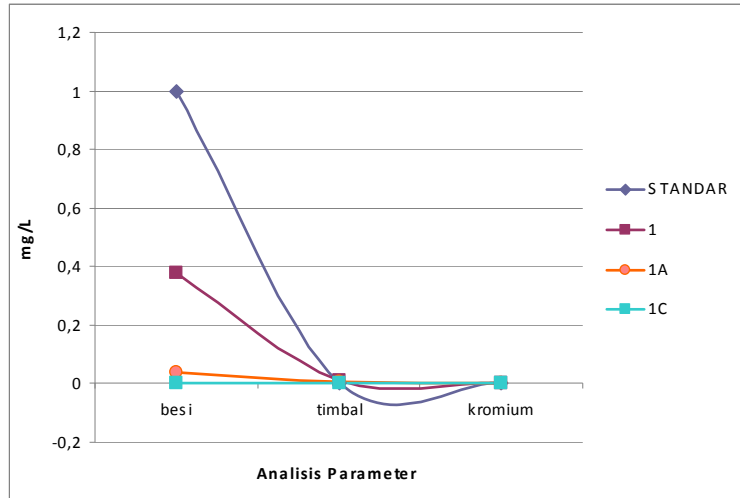
Air bersih yang merupakan keluaran dari rangkaian media saring tersebut kemudian dianalisa kualitasnya di Laboratorium Kesehatan Masyarakat SETIABUDI. Hasil analisa air disajikan pada Tabel 3.2. Baku mutu mengacu pada persyaratan air bersih No. 416/MENKES/PE/IX/90. Dan hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 3.2. Hasil dari analisis kualitas air dapat dilihat pada Tabel 3.3. Jika dalam bentuk grafik dapat dilihat pada Gambar 3.4 - Gambar 3.6.

Tabel 3.2. Keterangan hasil percobaan

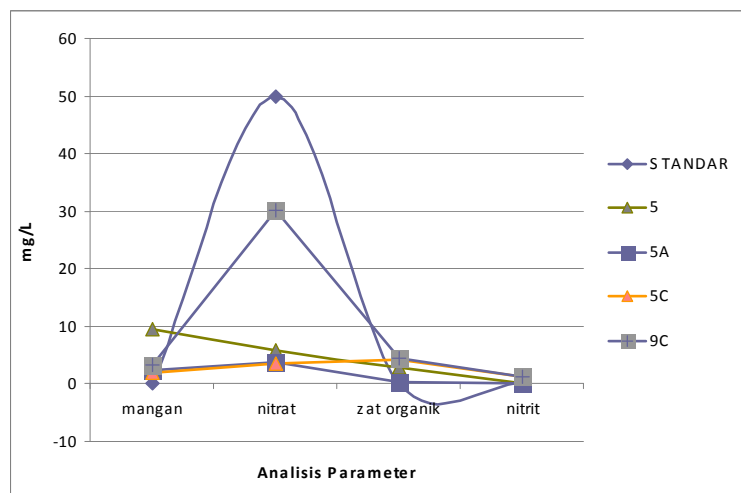
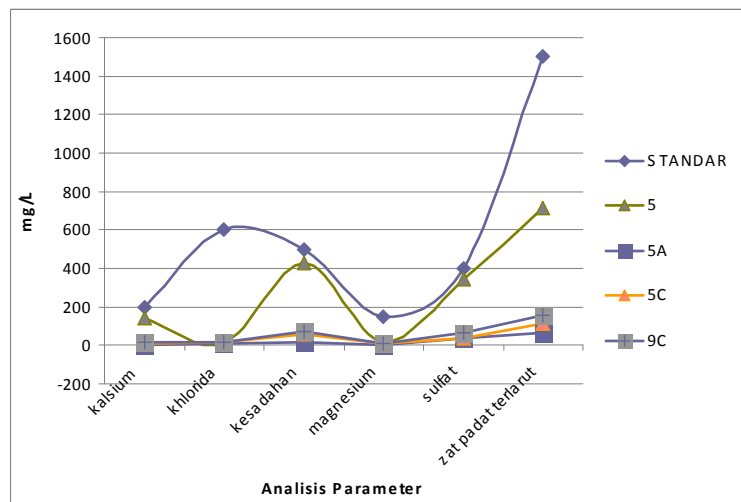
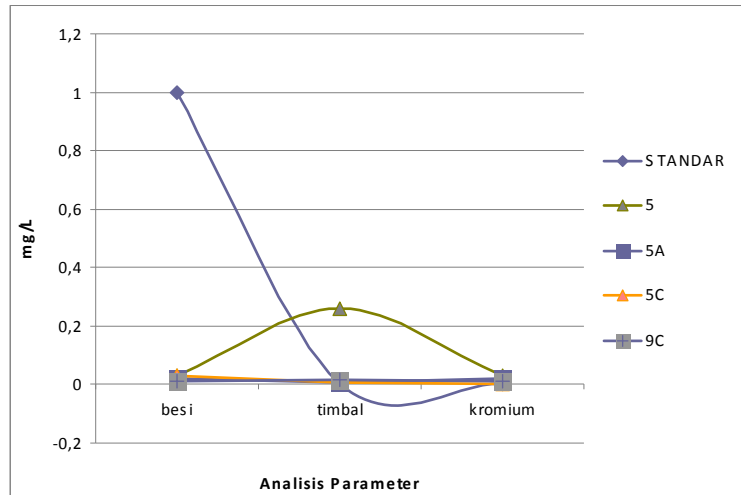
1	: Air baku Sungai Cikapundung di Jalan Siliwangi
5	: Air sampel 1 yang telah melewati 3 kolom penyaringan
6	: Air sampel 1 yang telah melewati saringan tabung I dia 3" t 70 cm
10	: Air sampel 1 yang telah melewati saringan tabung II DIA 4" t 95 cm
1A	: Air baku Sungai Cikapundung di Jalan Pasirluyu
5A	: Air sampel 1A yang telah melewati 3 kolom penyaringan
6A	: Air sampel 1A yang telah melewati saringan tabung II dia 4" t 95 cm
1A	: Air baku Sungai Cikapundung di Jalan Pasirluyu
8B	: Air sampel 1B yang telah melewati 3 kolom penyaringan
9B	: Air sampel 1A yang telah melewati saringan tabung II dia 4" t 95 cm
1C	: Air baku Sungai Cikapundung di Jalan Buah Batu
5C	: Air sampel 1C yang telah melewati 3 kolom penyaringan
6C	: Air sampel 1C yang telah melewati saringan tabung II dia 4" t 95 cm
7C	: Air sampel 1C yang telah melewati saringan tabung II (mangan zeolit) dia 4" t 95 cm
8C	: Air sampel 1C yang telah melewati saringan tabung II (zeolit) dia 4" t 95 cm
9C	: Air sampel 1C yang telah melewati 3 kolom penyaringan, aliran air downflow

Tabel 3.3. Hasil Analisis Kualitas Air Hasil Percobaan

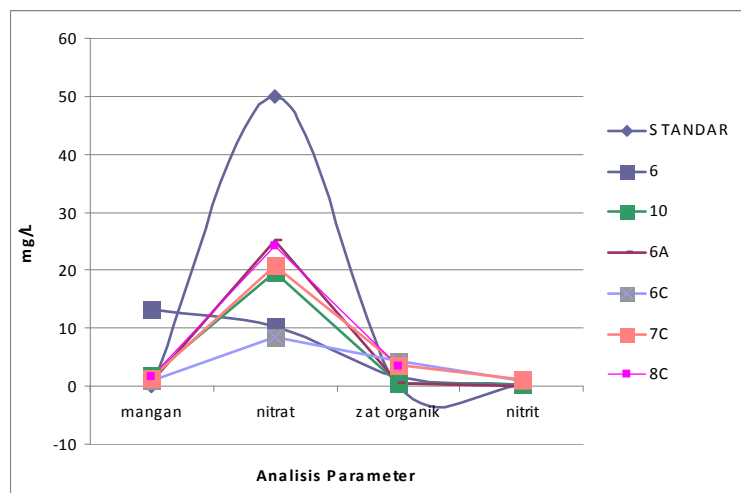
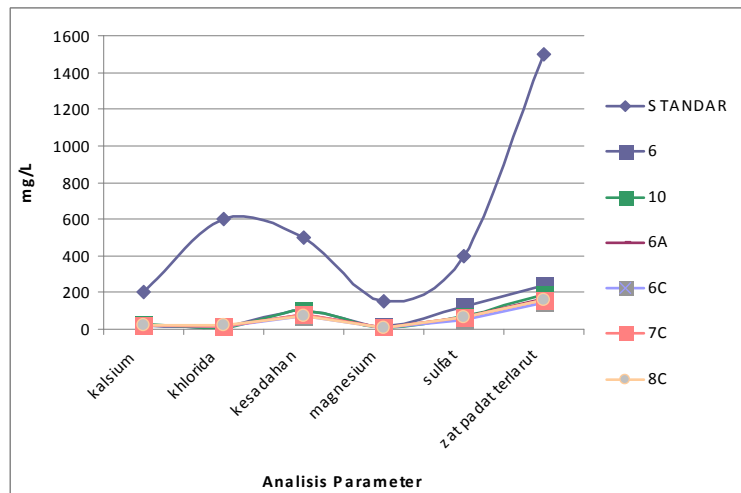
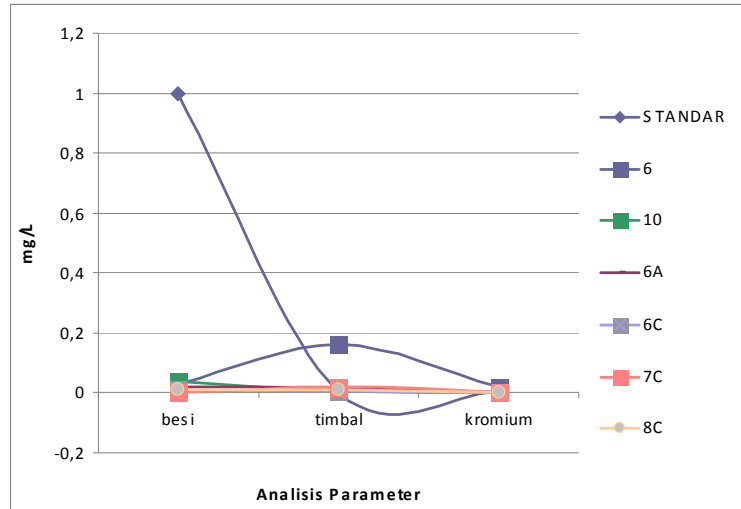
no	parameter	sat	batas air bersih	batas max air minum	Hasil Analisis Sampel														
					1	5	6	10	1A	5A	6A	1C	5C	6C	7C (mz)	8C (z)	9C		
	FIS IKA																		
1	warna	TCU	50	15	18	2	1	3	10	10	0	0	<0,2	3	2	0	0	0	2
2	bau	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3	rasa	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4	kekeruhan	NTU	25	5	2,7	0	0	0,09	0,67	0,67	0	0	3,0	0	0	0	0	0	0
5	konduktiviti	ms	0	0	88,6	893	303	236	123,7	123,7	96,1	206		161,6	185	201	199	192	
	KIMIA																		
6	pH		6,5 - 9,0	6,5 - 8,5	7,27	5,18	4,76	6,62	6,99	6,99	5,37	6,3	6,4	7,04	6,56	6,53	6,63	6,77	
7	besi	mg/L	1,0	0,3	0,38	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	<0,008	0,03	0,01	0	0,01	0,01	
8	kalsium	mg/L	200	200	12,66	141,84	23,08	29,49	16,58	16,58	4,51	21,24		12,39	19,31	21,24	19,15	14,64	
9	klorida	mg/L	600	250	5,3	7,7	17,2	10,1	11,9	11,9	10,5	16,6	11,1	13,5	16,9	17,8	18,3	16,3	
10	kesadahan	mg/L	500	500	49,68	431,13	103,38	103,78	63,57	63,57	19,31	77,65	65,3	58,34	72,02	77,65	73,22	70,81	
11	magnesium	mg/L	150	150	4,38	18,6	11,1	7,3	5,38	5,38	1,96	5,96		6,65	5,77	5,96	6,16	8,31	
12	mangan	mg/L	0,50	0,1	0,18	9,44	13,29	1,81	0,08	0,08	2,37	0,81	<0,007	1,99	0,97	1,44	1,61	3,23	
13	nitrat	mg/L	50	50	16,8	5,9	10,2	19,6	23,5	23,5	3,7	25,1	0,23	3,44	8,38	20,8	24,1	30,2	
14	nitrit	mg/L	3,0	3	0,578	0,041	0,237	0,316	1,25	1,25	0,02	0,003	<0,003	1,36	0,87	1,07	1	1,18	
15	sulfat	mg/L	400	250	7,5	346,9	121,4	75,2	7,6	7,6	37,8	64,5	7,8	40	48,4	65,62	66,54	66,13	
16	zat padat terlarut	mg/L	1500	1000	62	714	242	189	87	87	67	165	138	113	148	161	159	153	
17	zat organik	mg/L	-	10	8,06	2,9	1,61	0,58	1,42	1,42	0,39	0,45		4,16	4,35	3,64	3,46	4,56	
18	timbal	mg/L	0,05	0,01	0,0118	0,261	0,163	0,0081	0,0065	0,0065	0,0059	0,0176	<0,005	0,0083	0,0061	0,022	0,0097	0,0135	
19	kromium	mg/L	0,05	0,05	0	0,03	0,02	0	0	0	0,02	0	<0,002	0	0	0	0	0,01	
	BILOGI																		
20	bakteri coliform		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+



Gambar 3.8. Hasil pengujian kualitas air baku Sungai Cikapundung.



Gambar 3.9. Hasil pengujian air yang telah melewati tiga kolom penyaringan.



Gambar 3.10. Hasil pengujian air yang melewati media penyaringan tabung

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemeriksaan air di-Laboratorium Kesehatan Masyarakat “SETIA BUDI “, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Air baku dari sungai Cikapundung masih belum terlalu terkontaminasi, dan dengan pengolahan air yang sederhana dengan campuran Pasir Aktif : Karbon Aktif : Mangan Zeolit / zeolit dengan perbandingan 6 : 2,5 : 1,5 dapat dihasilkan air bersih yang layak digunakan.
2. Hasil percobaan menunjukkan peningkatan beberapa parameter dari air baku, karena penyaringannya kurang lama dikarenakan terbatasnya penyediaan air baku dalam peroses penyaringan.
3. Hasil penyaringan air melalui kolam penyaringan maupun tabung menghasilkan air yang jernih dan tidak berbau.
4. Jika mau digunakan sebagai air minum sebaiknya dilakukan proses pendidihan terlebih dahulu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional dalam Hibah Penelitian Dosen Tahun 2010, dengan judul ”Perancangan Alat Pengolahan Air Yang Ramah Lingkungan, Sederhana, Murah Dan Mudah Dioperasikan”.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anwar, Alizar (2004). “Pelayanan Air Minum Wilayah Perkotaan di Indonesia”. *Journalist Workshop on Water Issues*.
2. Bob Ewing (2008). “*Nanotechnology Used to Clean Water*”. http://www.digitaljournal.com/article/250604/Nanotechnology_Used_to_Clean_Water
3. Enercon Consultancy Services (2003). *Boiler feed-Water Treatment*.
4. Fajar Indonesia (26 Maret 2009). “Indonesia Diambang Krisis Air Bersih”. <http://www.fajar.co.id/index.php?act=news&id=58718>
5. LeChevallier, Mark W. dan Au, Kwok-Keung (2004). *Process Efficiency in Achieving Safe Drinking Water*. World Health Organization (WHO).
6. IBM (2009) “*IBM Makes Water Clean With Smarter, More Energy-Efficient Purification; New Desalination Membrane Developed in Collaboration with Central Glass, KACST Could Help Remedy World's Growing Water Shortage*”. M2 Communications Ltd <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1661519111&sid=2&Fmt=3&clientId=67249&RQT=309&VName=PQD>
7. McMahon, James P. “*Are you worried about What’s in Your Water? You Should Be.*”. <http://www.cleanairpurewater.com/>

8. McMullan, Bob (2009). “*AusAID: Water Report Highlights Need For Improved Sanitation and Water*”. M2 Communications Ltd. <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1665500131&sid=1&Fmt=3&clientId=67249&RQT=309&VName=PQD>
9. Westjavawater (2005). “Cekungan Bandung Kritis (*Bandung Basin Critical*)”. http://westjavawater.blogspot.com/2005_03_01_archive.html
10. Westjavawater (2005). “168 Juta Penduduk belum Dapat Akses Air Bersih, Indonesia akan Krisis Air pada 2025 (*No Clean Water Access, Water Crisis by 2025*)”. http://westjavawater.blogspot.com/2005_03_01_archive.html
11. <http://zeofilt.wordpress.com/2008/01/31/sistem-pengolahan-air-bersih/>