

No : TA/TL/2006/0088

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	15 Juli 2006
NO. JUDUL :	002046
NO. INV. :	5120002046001
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI KETEBALAN KARBON AKTIF
GRANULAR (ARANG TEMPURUNG KELAPA) TERHADAP
PENURUNAN KANDUNGAN Fe DAN Mn DALAM AIR
TANAH**

**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian
persyaratan memperoleh derajat Sarjana S1 Teknik Lingkungan**



R
623 1632
Wahid
J
vi. 66. Pak. kamp. 28
- Teb. aktif lingkungan
- Laporan part 5
- kandungan Fe dan Mn
- tanah

Oleh :

Nama : Ervan Nur Wahid
No. Mahasiswa : 00 513 012
Program Studi : Teknik Lingkungan

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2006**

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**PENGARUH VARIASI KETEBALAN KARBON AKTIF
GRANULAR (ARANG TEMPURUNG KELAPA) TERHADAP
PENURUNAN KANDUNGAN Fe DAN Mn DALAM AIR
TANAH**

Nama : Ervan Nur Wahid
No. Mahasiswa : 00 513 012
Program Studi : Teknik Lingkungan



Telah diperiksa dan disetujui oleh :

[Signature]

Dosen Pembimbing I

Luqman Hakim, ST, Msi

[Signature]

Tanggal : 10/7/06

Dosen Pembimbing II

Eko Siswoyo, ST

[Signature]

Tanggal : 8-7-06

(James Thurber)

**Jangan eliat masa lampau dengan penyesalan, jangan
puca eliat masa depan dengan ketakutan, tapi eliatlah
sekitarimu dengan penuh kesadaran.**

(Walt Disney)

**Jika Anda dapat memimpikannya, Anda dapat
melakukannya**

(J. Frank Dobie, 1888-1964)

**Keberuntungan adalah sesuatu yang dihadapi
kesempatan.**

(QS. Al Ma'ariil : 5)

Bersabarlah kamu dengan cara yang baik

MOTTO

Kupersembahkan sebuah karya kecil ini kepada :
 Yang Maha Kuasa Allah SWT
 Serta Nabi Muhammad SAW
 Dan orang-orang yang sangat kusayangi dan kucintai :
 Ayahanda Damsiri dan Ibuanda Firdang Suharni
 Saudara kembarku Firvan Nur Horman
 Adikku Firvin Nur Farah Indriani dan Suami Suprieno
 Teman dan Sahabat-sahabatku
 Yang senantiasa mendodakan dan mencurahkan cinta dan
 kasih sayangnya untukku
 O' Ismatorku

HALAMAN PERSEMBAHAN

UCAPAN TERIMA KASIH

Dari lubuk hatiku yang terdalam ucapan terima kasih ini kupersembahkan kepada :

Ayahanda Damsiri dan Ibunda Endang Suharni tercinta atas doa dan restu serta dorongan untuk keberhasilanku. Tidak lupa nasihat yang selalu mengiringi langkahku....

Saudara kembarku, de' Wawan, motivasi dan doamu akan selalu ku ingat.....

Adikku tersayang De' Ervin dan Suami (mas Pri) atas dukungan dan doanya, semoga kalian menjadi keluarga yang sakinah, mawahdah warrahmah... Amin. Untuk mas Pri, kedewasaan dan kesabaranmu menjadi pelajaran yang berharga bagiku.....

Untuk Ucik cayang, semoga menjadi anak yang solehah, berbakti pada Orang Tua, Agama dan Negara..... Amin.....

Keluarga besarku yang tidak dapat aku sebutkan satu-persatu, terimakasih semuanya.....

La2 sayang..... yang selalu memberiku dorongan, motivasi dan semangat bagiku, saat ini sudah 6 tahun kita jalani semua ini, cinta dan kasihmu kan selalu terjaga dihatiku.... I MISS U.....

Someone yang telah memberiku motivasi baru untukku, senyumku selalu untukmu.....

Partner TA ku Arif, bersama kita lewati suka dan dukanya TA, thanks atas kamarnya... ku kerjakan semua ini dikamarmu.....

Sahabat-sahabatku Yayat, Bahrin, Amri, Dian, Nurul, Noni, Asti, thanks pren.....kutemukan keceriaan kuliah bersama kalian.

Teman-teman kos Hendi, Yuda, Kuncung, Pungki, spesial untuk Roni thanks gambarnya....

Titin N'dut yang sudah jadi PNS, thanks atas referensinya.....

Motorku Honda Grand AB 4191 AY tergagah yang telah menemaniku dari SMA dalam hujan maupun panas, siang maupun malam, walaupun item n tua kau tetap perkasa dan bertenaga.....

Semua pihak yang tidak dapat aku sebutkan satu-persatu, trimakasih atas dukungannya

ABSTRAK

Dusun Kergan, Wukirsari, Cangkringan, Sleman, Yogyakarta merupakan salah satu dusun yang terletak di wilayah kaki Gunung Merapi. Dimana semua penduduknya untuk memenuhi kebutuhan air bersihnya menggunakan air tanah karena di Dusun tersebut tidak ada instalasi air bersih dari PDAM. Air tanah yang berasal dari sumur gali sebagian besar berwarna kuning kecoklatan sehingga hampir bisa dipastikan bahwa sebagian besar sumur di wilayah tersebut telah tercemar atau mengandung besi (Fe) dan mangan (Mn). Akibat yang ditimbulkan dari kandungan Fe dan Mn yang tinggi dalam air antara lain dapat menimbulkan bau dan rasa logam pada air tersebut serta dapat menimbulkan noda-noda pada pakaian. Untuk itu air yang mengandung Fe dan Mn sebelum di konsumsi sebaiknya diolah terlebih dahulu. Salah satu pengolahan air yang tercemar Fe dan Mn yaitu menggunakan filter cepat dengan media karbon aktif (arang aktif) dari tempurung kelapa. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui efisiensi karbon aktif granular dalam menurunkan kandungan Fe dan Mn dalam air tanah.

Penelitian ini menggunakan filter karbon aktif granular dengan variasi ketebalan media 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm, 100 cm dan variasi waktu pengaliran 0 menit, 30 menit, 60 menit dan 90 menit dilakukan di laboratorium kualitas lingkungan Universitas Islam Indonesia dengan air baku berasal dari sumur Bapak Muhadi di Dusun Kergan. Air sampel dianalisa untuk mengetahui besarnya kandungan Fe dan Mn sebelum dan sesudah penyaringan, sehingga diketahui efisiensi penurunan kandungan Fe dan Mn.

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa filter karbon aktif sangat efektif dalam menurunkan kandungan Fe dan Mn dalam air tanah, hal ini dapat dilihat dari efisiensi penurunan setelah proses penyaringan yaitu mencapai 93,052 % untuk kandungan Fe dan 89.711 % untuk kandungan Mn dalam air tanah.

Kata kunci: Air tanah, Sumur gali, Besi (Fe) dan Mangan (Mn), Karbon aktif

ABSTRACT

Orchard Kergan, Wukirsari, Cangkringan, Sleman, Yogyakarta represent one of orchard is located in region of hillside Merapi. Which is all resident to fulfill of clean water required the ground water because the Orchard no installation clean water from PDAM. Ground water of dig well there is contaminated by Fe and Mn, it's down from the colour of the water, that is brown. Effect of generated from content of high Fe and Mn in water for example can generate the odor and taste the metal at the water and also can generate the stain of clothes. For that water which content Fe and Mn before in consumption better be treated before hand. One of water treatment which contaminant Fe and Mn is rapid filter with the active carbon media (active charcoal) from coconut shell. Aim of this research is know the efficiency of granular activated carbon in degrading content of Fe and Mn in ground water.

This research use the granular activated carbon filter with the thick variation media 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm, 100 cm and variation jetting time 0 minute, 30 minute, 60 minute and 90 minute conducted in environmental quality laboratory Islamic University of Indonesia with the permanent water from Mr. Muhadi well in Kergan Orchard.

From research result indicate that the carbon active filter very effective in degrading content of Fe and Mn in ground water, this matter is visible from degradation efficiency after screening process that is reach 93,052 % to Fe and 89.711 % to Mn in ground water.

Keyword: Ground water, Dig Well, Iron (Fe) and Manganese (Mn), Carbon Active

KATA PENGANTAR

Assalamu`alaikum Wr.Wb

Dengan memanjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, tidak lupa juga shalawat dan salam kepada junjungan Nabi Muhammad SAW, maka laporan tugas akhir ini yang berjudul **“PENGARUH VARIASI KETEBALAN KARBON AKTIF GRANULAR (ARANG TEMPURUNG KELAPA) TERHADAP PENURUNAN KANDUNGAN Fe DAN Mn DALAM AIR TANAH”** berhasil saya selesaikan.

Dalam kesempatan ini, penyusun tidak lupa mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Luqman Hakim, ST, Msi selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir dan Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Eko Siswoyo, ST, selaku Dosen Pembimbing II dan selaku Koordinator Tugas Akhir Jurusan teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak IR. H. Kasam, MT, Bapak Hudori, ST dan Bapak Andik Yulianto, ST, selaku dosen Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Tasyono, selaku pembimbing laboratorium.

5. Ayah dan Ibuku tercinta, yang selama ini selalu memberikan cinta dan motivasi kepadaku
6. Adik-adiku de' Wawan, de' Ervin dan mas Pri terima kasih atas dukungannya.
7. Bapak Muhadi (Alm) dan keluarga, yang telah membantu mengambil air.

Penulis menyadari bahwa sebagai manusia biasa tentu tidak luput dari kesalahan. Apabila terdapat suatu kesalahan itu merupakan suatu kealpaan dari kami dan apabila terdapat kebenaran itu hanya datang dari Allah SWT semata. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritikan dan masukan demi kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengharapkan bahwa laporan ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam penilaian akhir dari Tugas Akhir ini, Amin....

Wasslamu `alaiukum Wr.Wb

Yogyakarta, Juli 2006

Penyusun

Ervan Nur Wahid

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN MOTTO.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
ABSTRAKSI	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKAN

2.1 Air tanah	6
2.2 Air minum	13
2.3 Karbon aktif (Arang aktif)	20
2.4 Adsorpsi.....	30

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian	35
3.2 Obyek Penelitian	35
3.3 Waktu penelitian.....	35
3.4 Metode Pengumpulan Data	35
3.5 Variabel Penelitian	36
3.6 Diagram alir penelitian.....	37
3.7 Alat dan Bahan penelitian	39
3.8 Analisa data.....	41

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil pengujian awal kadar Fe dan Mn	44
4.1.1 Hasil pengujian awal kadar Fe dan Mn sebelum penelitian.....	44
4.1.2 Hasil pengujian awal kadar Fe dan Mn sebelum proses filtrasi..	44
4.2 Hasil pengujian pengaruh ketinggian karbon aktif terhadap penurunan kandungan Fe dan Mn dalam air sumur.....	46
4.2.1 Hasil analisa laboratorium kandungan Fe.....	46

4.2.1.1 Analisa Fe menggunakan uji statistik.....	52
4.2.2 Hasil analisa laboratorium kandungan Mn.....	53
4.2.2.1 Analisa Mn menggunakan uji statistik.....	59
4.3 Mekanisme adsorpsi dalam karbon aktif	60

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	63

DAFTAR PUSTAKA.....	65
----------------------------	-----------

LAMPIRAN - LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Siklus air.....	7
Gambar 2.3.1. Skema pembuatan karbon aktif.....	27
Gambar 2.3.2. Karbon aktif granular.....	27
Gambar 2.3.3. Karbon aktif powder.....	28
Gambar 2.4.1. Proses adsorpsi pada karbon aktif.....	31
Gambar 3.6.1. Diagram alir penelitian.....	37
Gambar 3.6.2. Diagram alir proses filtrasi.....	38
Gambar 3.7. Reaktor.....	39
Gambar 4.2.1.1. Grafik Efisiensi Konsentrasi Fe Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 50 cm.....	46
Gambar 4.2.1.2. Grafik Efisiensi Konsentrasi Fe Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 60 cm.....	47
Gambar 4.2.1.3. Grafik Efisiensi Konsentrasi Fe Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 70 cm.....	48
Gambar 4.2.1.4. Grafik Efisiensi Konsentrasi Fe Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 80 cm.....	49
Gambar 4.2.1.5. Grafik Efisiensi Konsentrasi Fe Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 90 cm.....	50
Gambar 4.2.1.6. Grafik Efisiensi Konsentrasi Fe Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 100 cm.....	51
Gambar 4.2.1.7. Grafik efisiensi konsentrasi Fe total untuk semua ketinggian.....	52

Gambar 4.2.2.1. Grafik Efisiensi Konsentrasi Mn Total setelah melewati	
Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 50 cm.....	53
Gambar 4.2.2.2. Grafik Efisiensi Konsentrasi Mn Total setelah melewati	
Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 60 cm.....	54
Gambar 4.2.2.3. Grafik Efisiensi Konsentrasi Mn Total setelah melewati	
Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 70 cm.....	55
Gambar 4.2.2.4. Grafik Efisiensi Konsentrasi Mn Total setelah melewati	
Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 80 cm.....	56
Gambar 4.2.2.5. Grafik Efisiensi Konsentrasi Mn Total setelah melewati	
Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 90 cm.....	57
Gambar 4.2.2.6. Grafik Efisiensi Konsentrasi Mn Total setelah melewati	
Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 100 cm.....	58
Gambar 4.2.2.7. Grafik efisiensi konsentrasi Mn total untuk semua ketinggian.....	59
Gambar 4.3.1 Proses adsorpsi pada karbon aktif.....	61

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.3.1. Kegunaan arang aktif.....	23
Tabel 2.3.2. Penggunaan karbon aktif.....	24
Tabel 2.3.3. Syarat mutu arang aktif.....	24
Tabel 3.1. Metode pengujian.....	39
Tabel 4.1. Hasil pengujian awal Fe Dan Mn sebelum penelitian.....	44
Tabel 4.2. Hasil pengujian awal kadar Fe dan Mn Sebelum proses filtrasi...	45

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I.	Perhitungan Uji Statisti (Anova)
Lampiran II	Perhitungan Dimensi Filter
Lampiran III	Perhitungan Efisiensi Penurunan Besi Total dan Mangan
Lampiran IV	Hasil Pengujian Kandungan Fe dan Mn Pada Tiap Ketinggian
Lampiran V	Keputusan Menteri Kesehatan RI No 907/MENKES/SK/2002
Lampiran VI	Peraturan Pemerintah RI No. 20 Tahun 1990
Lampiran VII	Peraturan Pemerintah RI No. 416 Tahun 1990
Lampiran VIII	Perhitungan Kehilangan Tekan (Headloss)
Lampiran IX	SNI 19-1127-1989 ; AWWA 3500-Fe D dan SNI 19-1133- 1989 ; AWWA 3500-Mn D
Lampiran X	Foto-Foto Penelitian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Air mempunyai peran yang sangat vital dalam kehidupan sehari-hari. Sesuai dengan kegunaannya, air dipakai untuk minum, mandi, mencuci, pertanian, peternakan, sanitasi, transportasi dan lain sebagainya. Selain itu air juga digunakan untuk menunjang kebutuhan industri dan teknologi.

Dewasa ini air menjadi masalah yang perlu mendapat perhatian, karena untuk mendapatkan air sesuai dengan standar tertentu atau baku mutu sangatlah sulit. Hal ini dikarenakan air sudah banyak tercemar oleh berbagai macam limbah hasil kegiatan manusia. Air sumur merupakan sumber utama bagi masyarakat di daerah perkotaan. Untuk mendapatkan sumber air tersebut umumnya manusia membuat sumur gali atau sumur pantek. Permasalahan yang timbul yakni sering dijumpai bahwa kualitas air tanah maupun air sungai yang digunakan masyarakat kurang memenuhi syarat air minum yang sehat bahkan di beberapa tempat tidak layak untuk diminum. Air yang layak untuk diminum mempunyai standar persyaratan tertentu yakni persyaratan fisis, kimiawi dan bakteriologis yang merupakan suatu kesatuan. Jadi jika ada satu parameter yang tidak memenuhi syarat maka air tersebut tidak layak untuk diminum. Pemakaian air yang tidak memenuhi standar kualitas tersebut dapat menimbulkan gangguan kesehatan, baik secara langsung maupun secara tidak langsung dan secara perlahan.

Besi (Fe) dan Mangan (Mn) merupakan suatu elemen kimia yang banyak ditemui hampir disetiap bagian bumi, yaitu pada lapisan geologis dan badan air terutama pada air tanah. Zat besi atau mangan dalam air umumnya dalam bentuk ion Fe^{2+} atau Mn^{2+} bentuk senyawa yang terlarut dalam air dan tidak berwarna. Jika air tersebut berhubungan dengan udara maka ion Fe^{2+} atau ion Mn^{2+} secara perlahan akan teroksidasi menjadi bentuk senyawa ferri (Fe^{3+}) atau mangandioksida (Mn^{4+}) yang larut dalam air. Senyawa ini berwarna coklat dan dapat menimbulkan bau dan rasa. Hal ini dapat menyebabkan kekeruhan dalam air bersih sehingga dapat menimbulkan gangguan seperti menyebabkan warna kuning dalam air, dalam konsentrasi tinggi dapat menimbulkan rasa dan bau logam, menyokong pertumbuhan bakteri besi dan lain-lain. Sedangkan kandungan mangan yang berlebihan dapat menimbulkan noda, warna kecoklatan, menyokong pertumbuhan mikroba air, bersifat racun, menimbulkan bau dan rasa pada air. Oleh karena itu menurut PP No. 20 tahun 1990 tersebut kadar Fe dalam air minum maksimum yang dibolehkan adalah 0.3 mg/liter dan kadar mangan dalam air minum yang dibolehkan adalah 0.1 mg/liter. Banyak cara untuk menurunkan kandungan zat besi dan mangan dalam air tanah ini, salah satu cara yang sederhana yaitu dengan arang aktif granular dari tempurung kelapa.

Penelitian yang telah dilakukan oleh Aprinus siragih pada tahun 2000 yang berjudul pengaruh ketebalan media filter karbon aktif terhadap penurunan kadar fenol limbah cair farmasi rumah sakit, menggunakan filter dengan media arang aktif tipe granular dari tempurung kelapa untuk menurunkan kadar fenol, dengan variasi ketebalan arang aktif 10 cm, 20 cm, 30 cm dan 40 cm, dengan diameter saringan 3 inch.

Sedangkan Irda istikomah dengan penelitiannya yang berjudul Penurunan kadar amonia pada lechate dengan karbon aktif di TPA Kodya Dati II Pekalongan, menggunakan karbon aktif sebagai filter dengan vareasi ketebalan 0 cm, 10 cm, 20 cm, 30 cm, 40 cm dan 50 cm dengan diameter filter 3 cm.

1.2. Rumusan Masalah

Menurut latar belakang masalah yang ada, maka dapat ditarik rumusan masalah yaitu:

- Apakah filter dengan media karbon aktif tempurung kelapa dapat menurunkan kandungan Fe dan Mn dalam air tanah?
- Apakah terjadi perbedaan kandungan Fe dan Mn pada inlet dan outlet filter apabila dilakukan vareasi ketebalan dan diameter tetap pada media filter?

1.3. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Air tanah yang diambil di sumur Bapak Muhadi dari Dusun Kergan, Wukirsari, Cangkringan, Sleman.
2. Filter yang digunakan adalah filter dengan skala laboratorium dengan media filter karbon aktif granular dari tempurung kelapa.

3. Parameter yang diteliti adalah Fe dan Mn total
4. Dimensi reaktor yang digunakan adalah sebagai berikut : tinggi 2m, lebar 52 cm, panjang 52 cm. Filter menggunakan pipa dengan diameter 4 inch.
5. Variasi penelitian adalah ketebalan karbon aktif, yaitu dengan ketebalan 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm, 100 cm.
6. Pengambilan sampel dilakukan setiap penyaringan 30 menit sebanyak 4 kali. yaitu pada menit ke 0, 30, 60, 90

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui ketebalan karbon aktif yang efektif dalam menurunkan kandungan Fe dan Mn air tanah sehingga didapat ketebalan yang optimal.
2. Mengetahui tingkat efektifitas dan kemampuan karbon aktif tempurung kelapa sebagai adsorben dalam menurunkan kandungan Fe dan Mn dalam air tanah.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diambil dari penelitian ini adalah:

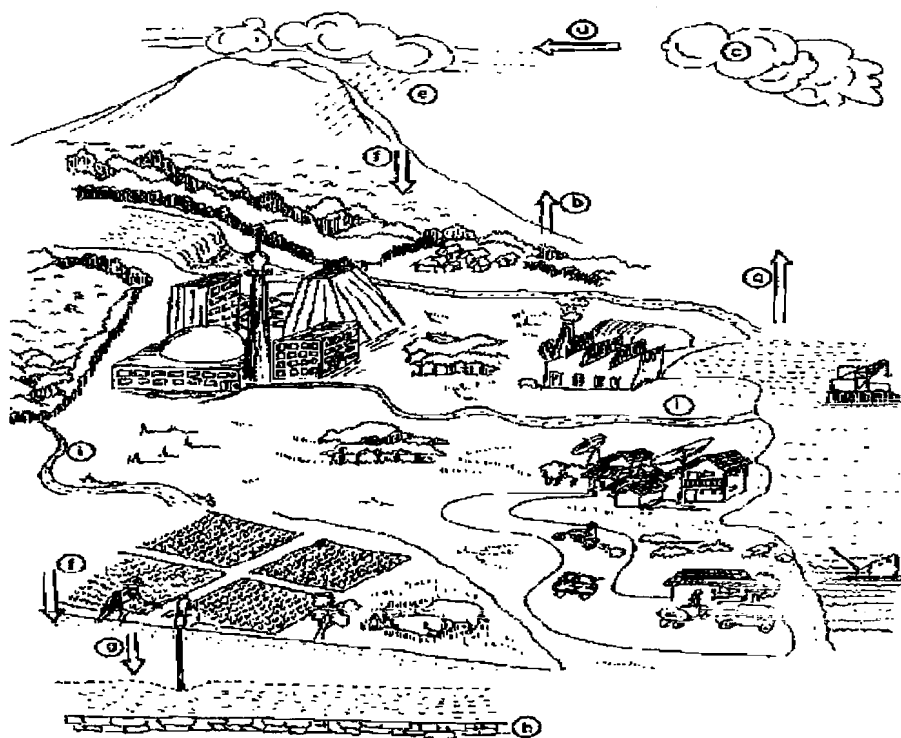
1. Memberikan alternatif pengolahan air tanah yang murah dan dapat dipergunakan pada rumah-rumah.
2. Memberikan sumbangan pemikiran kepada yang berkepentingan mengenai salah satu alternatif penurunan konsentrasi Fe dan Mn dalam air tanah dengan media arang aktif.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. AIR TANAH

Kandungan air di bumi sangat berlimpah, volume seluruhnya mencapai 1.400.000.000 km³. Lebih kurang 97% merupakan air laut (air asin) yang tidak dapat dimanfaatkan secara langsung dalam kehidupan manusia. Dari 3% sisanya, 2% berupa gunung-gunung es di kedua kutub bumi. Selebihnya 0,75% merupakan air tawar yang mendukung kehidupan makhluk hidup di darat, terdapat di danau, sungai dan di dalam tanah. Air mempunyai rumus kimia H₂O. Satu molekul air terbentuk dari dua atom hidrogen dan satu atom oksigen. Air adalah pelarut universal, artinya hampir semua zat dapat larut di dalam air. Garam dan oksigen adalah contoh zat yang mudah larut, sedangkan oli atau minyak sulit larut di dalam air. Air mempunyai tiga wujud, yaitu padat (es, salju), cair (air tawar, air laut) dan gas (uap air). Untuk merubah air dari wujud padat ke cair atau dari wujud cair ke gas diperlukan energi (Anonim, 2005).



Gambar 2.1 Siklus air

(Sumber : Agung, www.voctech.org.bn.htm)

Proses-proses dalam Siklus Air, adalah sebagai berikut :

- a) **Penguapan**, yaitu proses perubahan air menjadi uap air dengan bantuan energi panas dari sinar matahari.
- b) **Transpirasi**, yaitu proses penguapan air yang terjadi melalui tumbuhan.
- c) **Kondensasi**, yaitu proses perubahan uap air menjadi tetes-tetes air yang sangat kecil (pengembunan).
- d) **Transportasi**, yaitu proses pengangkutan awan/uap air oleh angin menuju ke daerah tertentu yang akan kejatuhan hujan.

- e) **Hujan**, yaitu proses jatuhnya tetes-tetes air “besar” (tumpukan tetes-tetes air kecil hasil kondensasi) sampai ke permukaan bumi.
- f) **Infiltrasi**, yaitu gerakan air hujan menembus permukaan tanah kemudian masuk ke dalam tanah (Peresapan).
- g) **Perkolasi**, yaitu proses penyaringan air melalui pori-pori halus tanah sehingga air dapat meresap dalam tanah (Peresapan).
- h) **Aliran Air Dalam Tanah**, yaitu air hujan yang meresap ke dalam tanah dan mengalir di atas lapisan kedap air sampai muncul kembali di permukaan tanah sebagai mata air, atau mengalir hingga ke laut.
- i) **Aliran Air Permukaan**, yaitu air hujan yang tidak meresap ke dalam tanah melainkan menggenang atau mengalir di permukaan tanah.

Air tanah adalah air yang menempati rongga-rongga dalam lapisan geologi (Soemarto, 1995).

Air tanah berasal dari air hujan yang meresap dan tertahan di dalam bumi. Air tanah dapat dibagi menjadi air tanah dangkal dan air tanah dalam. Bagaimana mendapatkan air tanah caranya adalah dengan mengebor atau menggali. Macam sumur untuk mendapatkan air tanah adalah :

1. Sumur Gali, adalah sarana mendapatkan air tanah dengan cara menggali dan menaikkan airnya dengan ditimba.

2. Sumur Pompa Tangan adalah sarana mendapatkan air tanah dengan cara mengebor dan menaikkan airnya dengan pompa dengan tenaga tangan.
3. Sumur Pompa Listrik adalah sarana mendapatkan air tanah dengan cara mengebor dan menaikkan airnya dengan dipompa dengan tenaga listrik.

Air permukaan seperti air sungai, air rawa, air danau, air irigasi, air laut dan sebagainya adalah merupakan sumber air yang dapat dipakai sebagai bahan air bersih dan air minum tetapi perlu pengolahan. Air permukaan sifatnya sangat mudah terkontaminasi dan tercemar oleh bahan pengotor dan pencemar yang mengapung, melayang, mengendap dan melarut di air permukaan. Karena sifatnya yang demikian maka sebelum diminum air permukaan perlu diolah terlebih dahulu sampai benar-benar aman dan memenuhi syarat sebagai air bersih atau air minum (Tim NAD hakli pusat, 2005).

Air tanah ada tiga macam :

1. Air tanah dangkal

Terjadi karena adanya proses peresapan air dari permukaan tanah. Lumpur akan tertahan demikian pula bakteri, sehingga air tanah akan jernih tetapi lebih banyak mengandung zat-zat kimia (garam-garam yang terlarut) karena melalui lapisan tanah yang mempunyai unsur-unsur kimia tertentu untuk masing-masing lapisan tanah. Lapisan tanah disini berfungsi sebagai saringan. Disamping penyaringan, pengotoran juga masih terus berlangsung, terutama pada muka air tanah yang dekat dengan muka tanah. Setelah menemui lapisan rapat air, air akan terkumpul merupakan air tanah dangkal

dimana air ini dimanfaatkan untuk sumber air minum melalui sumur-sumur dangkal. Air tanah dangkal ini didapat pada kedalaman 15 meter. Sebagai sumber air bersih, air tanah dangkal ini ditinjau dari segi kualitas agak baik, kuantitas kurang cukup dan tergantung pada musim.

2. Air tanah dalam

Terdapat setelah lapisan rapat air yang pertama. Pengambilan air tanah dalam tak semudah pada air tanah dangkal. Dalam hal ini harus digunakan bor dan memasukkan pipa ke dalamnya sehingga dalam kedalaman sekitar 100-300 meter akan didapat suatu lapisan air. Jika tekanan air tanah ini besar maka air tanah dapat menyembur keluar maka sumur ini disebut dengan sumur artesis. Jika air tidak mau keluar sendiri maka digunakan pompa untuk membantu pengeluaran air tanah dalam ini. Kualitas dari air tanah dalam pada umumnya lebih baik dari air tanah dangkal karena penyaringannya lebih sempurna dan bebas dari bakteri. Kuantitas dari air tanah dalam pada umumnya mencukupi tidak terpengaruh pada musim.

3. Mata air

Mata air adalah adalah air tanah yang keluar dengan sendirinya ke permukaan tanah. Mata air yang berasal dari tanah dalam hampir tidak terpengaruh oleh musim dan kualitasnya sama dengan air tanah dalam. Berdasarkan munculnya ke permukaan tanah, mata air terbagi atas :

- Rembesan, dimana keluar dari lereng-lereng.

- Umbul, dimana air keluar ke permukaan pada suatu dataran.

Menurut Otto Soemarwoto Air tanah secara konvensional digolongkan dalam tiga kategori :

- Air higroskopis yang diserap pada permukaan partikel tanah.

Air higroskopis merupakan cairan yang tertahan amat ketat oleh partikel tanah dan berlaku sebagai lapisan yang sangat tipis pada dua permukaan antara yang cair. Pada lapisan paling dalam dari film air, air higroskopis ditahan pada tegangan mendekati 10 000 atm. Di daerah sekitar koefisien higroskopis tegangan turun secara bertahap ke arah permukaan luar film, sampai hanya 31 atm pada film paling luar. Disebabkan tegangan tinggi dimana air ditahan oleh tanah-tanah kebanyakan dari air higroskopis berada dalam keadaan bukan cairan dan ikut berpartisipasi secara minimal dalam aktivitas biologis tanah. Air ini tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman walaupun ia bias diperoleh dalam bentuk bakteri tertentu.

- Air kapiler yang tertahan oleh tegangan permukaan diantara dan disekeliling partikel-partikel tanah.

Air disimpan dengan dua cara didalam tanah: melalui penyerapan pada permukaan-permukaan padat partikel-partikel tanah liat dan zat organik, dan dalam celah atau pori-pori diantara partikel-partikel padat. Air higroskopis merupakan jumlah keseluruhan dari air terserap yang dapat dikandung oleh tanah. Akan tetapi air yang tertahan oleh bahkan tanah yang

cukup kering tak dapat terbagi secara tajam dalam air yang terserap oleh air kapiler. Karena itu pembagian air diantara air higroskopis dan air kapiler adalah agak bersifat arbitrer (tidak berat sebelah). Secara mudahnya air kapiler adalah air yang tertahan oleh tegangan permukaan dalam pori-pori tanah, setelah air yang terbebas itu yang tunduk pada tarikan gravitasi mengalir lepas. Air kapiler berada dalam film tipis dalam pori-pori berbentuk tak tebal dan tak teratur, akan tetapi merupakan perkiraan yang pasti mengenai ukuran pori-pori yang bias menahan air berupa cairan. Jumlah air yang bias ditahan oleh tanah tergantung pada tekstur, struktur dan kandungan organiknyanya, semakin halus tekstur tanah mineralnya semakin besar kapasitas kapilernya. Kapasitas ini bertambah besar manakala tanah-tanah menjadi semakin granular (berbutir) disebabkan oleh kadar organiknyanya.

- Air gravitasi yang biasa dibuang (drainase) dari tanah oleh gravitasi.

Air gravitasi itu terlalu berjangka pendek untuk dianggap sebagai bagian terpadu dari tanah, akan tetapi ia bermanfaat untuk diperhitungkan karena jika dibolehkan tetap berada dalam tanah, ia menyingkirkan udara, mempengaruhi penyaringan dan menghambat aktivitas biologis yang normal. Air tanah gravitasi dikandung dalam pori-pori makro. Air yang disimpan dalam pori-pori tanah pada tegangan $1/3$ atm dan kurang dari itu bereaksi terhadap gravitasi dan bergerak terus-menerus kebawah dalam kondisi kondisi yang cocok. Air gravitasi dianggap sebagai aliran air yang berlebihan. Akan tetapi jika terlalu banyak ia menyebabkan perlu adanya drainase dan alirannya mengakibatkan hilangnya zat-zat hara tanaman.

2.2. Air Minum

Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan menjadi air minum setelah dimasak terlebih dahulu. Sebagai batasannya air bersih adalah air yang memenuhi persyaratan bagi sistem penyediaan air minum, dimana persyaratan tersebut adalah persyaratan dari segi kualitas air yang meliputi kualitas fisik, kimia, biologis dan radiologist (Sidharta, 1997).

Air minum adalah air yang langsung bisa diminum tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu yakni yang bebas dari unsur kimia, fisika, dan mikrobiologi sehingga aman untuk diminum (Tjokrokusumo, 1995).

Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan yang dapat diminum (Sidharta, 1997).

Menurut Azrul azwar, air yang tidak memenuhi syarat untuk langsung diminum perlu diolah terlebih dahulu sedemikian rupa sehingga memenuhi standar kesehatan. Ditinjau dari perlu tidaknya pengelolaan air dapat dibedakan menjadi beberapa macam :

- Air yang sama sekali tidak memerlukan pengelolaan, jadi air tersebut dapat langsung diminum, biasanya berupa air tanah yang tidak terkontaminasi.
- Air yang hanya membutuhkan pekerjaan desinfeksi saja, umumnya berupa air dalam tanah ataupun air permukaan yang diperlakukan hampir tidak terkontaminasi.

- Air yang membutuhkan penyaringan pasir cepat atau alat pengolahan air lainnya yang sejenis dengan ini, yang dilanjutkan dengan chlorinasi secara tetap.
- Air yang membutuhkan pengolahan tambahan, setelah sebelumnya dilakukan proses proses pengolahan dengan saringan pasir cepat dan chlorinasi.
- Air yang membutuhkan pengolahan air secara istimewa yang biasa dilakukan pada air yang sama sekali tidak sehat.

Syarat-syarat air minum :

Menurut peraturan Men. Kes No. 416/Men.Kes/Per/IX/1990 bahwa air bersih yang digunakan untuk keperluan sehari-hari kualitasnya harus memenuhi syarat-syarat kualitas kesehatan dan dapat diminum apabila terlebih dahulu dimasak. Adapun syarat-syarat kualitas air minum meliputi :

1. Syarat fisik

Secara fisik air bersih harus bersih, tidak berbau, tidak berwarna, dan tidak berasa. Disamping itu juga dipertimbangkan soal kenyamanan dari segi estetika dan dapat tidaknya diterima masyarakat sebagai pemakai air minum.

2. Syarat kimia

Secara kimia air tidak boleh mengandung zat-zat beracun, zat-zat yang menimbulkan gangguan teknis, estetika, psikologis serta zat-zat yang mengganggu kesehatan seperti Fe, Mn, Cu, Cr dan unsur-unsur lainnya.

3. Syarat bakteriologis

Air tidak boleh mengandung bakteri-bakteri penyakit (pathogen) sama sekali tidak boleh mengandung bakteri-bakteri golongan coli melebihi batas-batas yang ditentukan yaitu 1 coli / 100 ml air.

Bakteri golongan coli ini berasal dari usus besar (feaces) dan tanah.

Bakteri pathogen yang mungkin ada dalam air antara lain adalah:

- *Bakteri typhsum*
- *Vibri colerae*
- *Bakteri dysentriae*
- *Entamoeba hystolotica*
- *Bakteri enteritis* (penyakit perut)

Air yang mengandung golongan coli dianggap telah terkontaminasi dengan kotoran manusia. Dengan demikian dalam pemeriksaan bakteriologi tidak langsung diperiksa apakah air itu mengandung bakteri pathogen, tetapi diperiksa dengan indikator bakteri coli.

4. Syarat radio aktivitas

Air minum tidak boleh mengandung unsur-unsur yang dapat memancarkan sinar radiasi

(Totok dkk, 1991)

Walaupun air pada umumnya dinyatakan sebagai H₂O, namun air alam selalu mengandung bermacam-macam material dengan konsentrasi berkisar antara beberapa miligram perliter sampai kurang lebih 35.000 mg/lt.

Kontaminan yang mungkin ada di air dalam bentuk-bentuk sebagai berikut :

1. Material-material kasar tersuspensi atau terapung
Daun, cabang, ranting, dll
2. Material-material halus tersuspensi dan koloidal.
Lumpur, lempungm mikroorganisme dll
3. Material-material terlarut
Alkalinitas, kesadahan, asam-asam organik
4. Gas-gas terlarut
Karbon dioksida, hidrogen sulfida
5. Cairan-cairan tak terlarut
Lemak, pelumas, minyak

Unsur Besi (Fe), dan Mangan (Mn) dalam air

Besi dan mangan adalah mineral yang secara umum terdapat dalam kandungan mineral tanah, dimana bentuknya dapat bermacam macam bentuk

oksidasinya. Kandungan besi dan mangan dalam air tanah biasanya bermuatan 2^+ , dengan ciri-ciri larut dalam air dan tidak bisa diendapkan tanpa merubah struktur molekul dari Fe dan Mn.

Baik besi maupun mangan, dalam air biasanya terlarut dalam bentuk senyawa atau garam bikarbonat, garam sulfat, hidroksida dan juga dalam bentuk koloid atau dalam keadaan bergabung dengan senyawa organik (Heru dkk, 1999).

Besi (Fe)

Besi adalah salah satu elemen kimia yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat dibumi, pada semua lapisan biologis dan semua bahan air. Besi (Fe) bernomor atom 26, bermassa atom 55,847, mempunyai titik lebur 1536°C dan bermassa jenis $7,869\text{ g/m}^3$ serta mempunyai titik didih 3000°C dan mempunyai struktur elektron (Ar) $3d^6, 4s^2$. Besi dalam senyawa memiliki tingkat oksidasi yaitu 0, +2, +3, +4, +6. (Haris, 2004).

Pada umumnya besi yang ada dalam air bersifat :

- Terlarut sebagai Fe^{2+} (ferro) atau Fe^{3+} feri.
- Tersuspensi sebagai butir koloidal (diameter $< 1\mu\text{m}$) atau lebih besar seperti Fe^2O^3 , FeO , FeOOH , $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan sebagainya.
- Tergabung dengan zat organis atau zat padat yang inorganis (seperti tanah liat).

Pada air permukaan jarang ditemui kadar Fe lebih dari 1 mg/l, tetapi didalam tanah kadar Fe dapat jauh lebih tinggi. Konsentrasi Fe ini dapat dirasakan dapat menodai kain dan perkakas dapur. Pada air yang tidak mengandung oksigen,

seperti air tanah, besi berada sebagai Fe^{2+} yang cukup dapat terlarut, sedangkan pada sungai dan terjadi aerasi, Fe^{2+} teroksidasi menjadi Fe^{3+} , bahkan dapat menjadi ferihidroksida $\text{Fe}(\text{OH})_3$, atau salah satu jenis oksida yang merupakan zat padat dan dapat mengendap (Alaerts dkk, 1984).

Adanya unsur-unsur besi dalam air diperlukan untuk memenuhi kebutuhan tubuh akan unsur tersebut. Untuk metabolisme, tubuh memerlukan 7-35 mg unsur tersebut perhari, yang tidak hanya diperoleh dari air (Totok dkk, 1991).

Akan tetapi dalam dosis besar besi dapat merusak usus, garam besi dapat mengiritasi mukosa lambung dan usus terutama pada saat perut dalam keadaan kosong. Debu besi juga dapat terakumulasi di dalam alveolus dan menyebabkan berkurangnya fungsi paru-paru.

Besi dalam bentuk ion Fe^{2+} menjadi $\text{Fe}(\text{OH})_3$ yang merupakan endapan (presipitat) yang mengakibatkan kekeruhan dalam air bersih sehingga dapat menimbulkan berbagai gangguan yaitu :

- Menimbulkan warna kuning dalam air
- Pada konsentrasi tinggi menimbulkan rasa dan bau logam
- Menimbulkan noda-noda pada pakaian yang berwarna terang dan alat-alat sanitasi
- Menyokong pertumbuhan bakteri-bakteri besi
- Pada konsentrasi tinggi dapat beracun bagi manusia

(Sugiharto, 1985)

Mangan (Mn)

Mangan di alam dapat ditemukan dalam berbagai bentuk persenyawaan, antara lain seperti : MnO , $MnCO_3$, $MnSO_3$, MnS dan lain-lain

Mangan (Mn) kurang banyak terdapat di alam dibandingkan dengan Fe, Mn di dalam air dapat bersifat :

- Larut sebagai Mn^{2+} dan Mn^{4+} .
- Mn zat terlarut dapat dioksidasi oleh O_2 terlarut sehingga senyawa berubah dan dapat mengendap.

Mangan seperti halnya besi selalu bermuatan lebih dari 1 (satu) valensi. Dalam air baku kebanyakan berbentuk bivalensi (Mn^{2+}) dan Mangan Quadra valensi (Mn^{4+}). Unsur ini lebih sulit dioksidasi dibandingkan besi dan tidak selalu menimbulkan warna pada air tetapi akan menyebabkan noda pada pakaian dan peralatan medis.

Mangan bersama-sama Cobalt (Co), Tembaga (Cu), Moritderum (Mo) bertindak sebagai katalisator dalam pembentukan Hb darah.

Endapan MnO_2 akan memberikan noda-noda pada bahan atau benda yang berwarna putih. Adanya unsur ini akan menimbulkan bau dan rasa pada minuman. Disamping itu konsentrasi 0,05 mg/lit unsur ini merupakan akhir batas dari usaha penghilangan dari kebanyakan air yang dapat dicapai. Kemungkinan unsur ini merupakan nutrien yang penting dalam kebutuhan perhari 10 mg yang diperoleh dari makanan. Unsur ini bersifat toksis bagi pernafasan (Totok, 1991).

Jadi seperti halnya besi, mangan apabila terhirup melalui pernafasan berupa debu dan uap mangan akan menimbulkan gejala seperti gangguan susunan syaraf, insomnia, kemudian lemah pada kaki dan otot mata, sehingga ekspresi

muka menjadi kaku. Apabila berlanjut maka gejalanya akan lambat dan monoton, terjadi hiper refleksi, clonus pada patella dan tumit serta berjalan seperti penderita parkinsis.

Konsentrasi Mn yang lebih besar dari 0,5 mg/lit dapat menyebabkan rasa yang aneh pada minuman dan meninggalkan warna coklat pada pakaian dan dapat menimbulkan kerusakan pada hati (Totok dkk, 1991).

2.3. Karbon Aktif (Arang Aktif)

Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara didalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Arang selain digunakan sebagai bahan bakar, juga dapat digunakan sebagai adsorben (penyerap). Daya serap ditentukan oleh luas permukaan partikel dan kemampuan ini dapat menjadi lebih tinggi jika terhadap arang tersebut dilakukan aktivasi dengan aktif faktor bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, arang akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia. Arang yang demikian disebut sebagai arang aktif. Arang aktif merupakan senyawa karbon amorph, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan arang aktif berkisar antara 300-3500 m²/gram dan ini berhubungan dengan struktur pori internal yang

menyebabkan arang aktif mempunyai sifat sebagai adsorben. Arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap arang aktif sangat besar, yaitu 25-1000% terhadap berat arang aktif (Meilita dan Tuti, 2003).

Karbon aktif yaitu karbon dengan struktur amorphous atau mikrokristalin yang dengan perlakuan khusus dapat memiliki luas permukaan dalam yang sangat besar antara 300 - 2000 m²/gram. Pada dasarnya ada dua jenis karbon aktif yaitu karbon aktif fasa cair yang dihasilkan dari material dengan berat jenis rendah, seperti misalnya arang sekam padi dengan bentuk butiran rapuh dan mudah hancur, mempunyai kadar abu yang tinggi berupa silika dan biasanya digunakan untuk menghilangkan bau, rasa, warna dan kontaminan organik lainnya, sedangkan karbon aktif fasa gas dihasilkan dari bahan dengan berat jenis tinggi (Pohan dkk, www.dprin.go.id.htm).

Arang tempurung kelapa adalah produk yang diperoleh dari pembakaran tidak sempurna terhadap tempurung kelapa. Sebagai bahan bakar, arang lebih menguntungkan dibanding kayu bakar. Arang memberikan kalor pembakaran yang lebih tinggi, dan asap yang lebih sedikit.

Arang aktif adalah arang yang diproses sedemikian rupa sehingga mempunyai daya serap/adsorpsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap. Karbon aktif secara luas digunakan sebagai adsorben dan secara umum mempunyai kapasitas yang besar untuk mengadsorpsi molekul organik.

Arang aktif atau karbon aktif adalah arang yang dapat menyerap anion, kation dan molekul dalam bentuk senyawa organik maupu anorganik, larutan ataupun gas (Pri, 1996, dikutip munawar 2004).

Karbon aktif terdiri dari berbagai mineral yang dibedakan berdasarkan kemampuan adsorpsi (daya serap) dan karakteristiknya. Sumber bahan baku dan proses yang berbeda akan menghasilkan kualitas karbon aktif yang berbeda. Sumber bahan baku karbon aktif terdiri dari kayu, ampas tebu, kulit buah, batok kelapa, batubara muda dan sisa bahan bakar minyak (Reynold, 1982).

Kemampuan arang aktif untuk menyerap diantaranya disebabkan karena arang tersebut selain berpori juga permukaannya terbebas dari deposit senyawa hidro karbon. Rongga atau pori arang aktif dibersihkan dari senyawa lain atau kotoran sehigga permukaannya dan pusat arang aktif menjadi luas atau daya adsorbsinya akan meningkat (Gusmailina dkk, 1994, dikutip munawar, 2004).

Kegunaan arang aktif

Saat ini, arang aktif telah digunakan secara luas dalam industri kimia, makanan/minuman dan farmasi. Pada umumnya arang aktif digunakan sebagai bahan penyerap, dan penjernih. Dalam jumlah kecil digunakan juga sebagai katalisator.

Table 2.3.1. Kegunaan arang aktif

Maksud/Tujuan	Pemakaian
I. UNTUK GAS	
1. Pemurnian gas	Desulfurisasi, menghilangkan gas beracun, bau busuk, asap, menyerap racun
2. Pengolahan LNG	Desulfurisasi dan penyaringan berbagai bahan mentah dan reaksi gas
3. Katalisator	Reaksi katalisator atau pengangkut vinil klorida, dan vinil acetat
4. Lain-lain	Menghilangkan bau dalam kamar pendingin dan mobil
II. UNTUK ZAT CAIR	
1. Industri obat dan makanan	Menyaring dan menghilangkan warna, bau, rasa yang tidak enak pada makanan
2. Minuman ringan, minuman keras	Menghilangkan warna, bau pada arak/ minuman keras dan minuman ringan
3. Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah, zat perantara
4. Pembersih air	Menyaring/menghilangkan bau, warna, zat pencemar dalam air, sebagai pelindung dan penukaran resin dalam alat/penyulingan air
5. Pembersih air buangan	Mengatur dan membersihkan air buangan dan pencemar, warna, bau, logam berat.
6. Penambakan udang dan benur	Pemurnian, menghilangkan bau, dan warna
7. Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut, sisa metanol, etil acetate dan lain-lain
III. LAIN-LAIN	
1. Pengolahan pulp	Pemurnian, menghilangkan bau
2. Pengolahan pupuk	Pemurnian
3. Pengolahan emas	Pemurnian
4. Penyaringan minyak makan dan glukosa	Menghilangkan bau, warna, dan rasa tidak enak

Sumber: Anonim,2005

Saat ini, arang aktif telah digunakan secara luas dalam industri kimia, makanan/minuman dan farmasi. Pada umumnya arang aktif digunakan sebagai bahan penyerap, dan penjernih. Dalam jumlah kecil digunakan juga sebagai katalisator (lihat Tabel 2.3.1).

Tabel 2.3.2 Penggunaan karbon aktif

No	PEMAKAI	KEGUNAAN	JENIS/MESH
1	Industri obat dan makanan	Menyaring, penghilangan bau dan rasa	8x30,325
2	Minuman keras dan Ringan	Penghilangan warna, bau pada minuman	4x8,4x12
3	Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah	4x8,4x12,8x30
4	Pembersih air	Penghilangan warna, bau penghilangan resin	
5	Budi daya udang	Pemurnian, penghilangan ammonia, netrite phenol dan logam berat	4x8,4x12
6	Industri gula	Penghilangan zat-zat warna, menyerap proses penyaringan menjadi lebih sempurna	4x8, 4x12
7	Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut	4x8,4x12,8x30
8	Pemurnian gas	Menghilangkan sulfur, gas beracun, bau busuk asap	4x8, 4x12
9	Katalisator	Reaksi katalisator pengangkut vinil chloride, vinil acetat	4x8, 4x30
10	Pengolahan Pupuk	Pemurnian, penghilangan bau	8x30

Sumber : www.library.usu.ac.id

Menurut Standard Industri Indonesia (SII No. 0258-79) persyaratan arang aktif adalah sebagai berikut :

Tabel 2.3.3 Syarat Mutu Arang Aktif

Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1. Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C	%	Maksimum 15
2. Air	%	Maksimum 10
3. Abu	%	Maksimum 2,5
4. Bagian yang tidak mengarang	%	Tidak ternyata
5. Daya serap terhadap larutan I2	%	Maksimum 20

Sumber: Anonim, 2005

Tempurung kelapa merupakan bahan yang baik sekali untuk dibuat arang aktif yang dapat digunakan sebagai bahan penyerap (*adsorbant*). Selain karena kekerasannya juga karena bentuknya yang tidak terlalu tebal sehingga memungkinkan proses penyerapan berlangsung secara merata.

Pembuatan arang aktif dari tempurung kelapa terdiri dari 2 tahapan, yaitu :

1. Proses pembuatan arang dari tempurung kelapa
2. Proses pembuatan arang aktif dari arang

Rendemen arang aktif dari tempurung kelapa sekitar 25% dan tar 6%

1. Pembuatan arang dari tempurung kelapa Bahan baku :

Kebutuhan tempurung kelapa 1 ton/hari. Tempurung kelapa harus yang sudah tua, kayunya keras, kadar air rendah, sehingga dalam proses pengarangan, pematangannya akan berlangsung baik dan merata. Jika kadar air tinggi berarti kelapa belum cukup tua, proses pengarangan akan berlangsung lebih lama.

2. Proses pembuatan arang aktif dari arang.

Proses pembuatan arang aktif dilakukan dengan cara "destilasi kering" yaitu pembakaran tanpa adanya oksigen pada temperatur tinggi. Untuk kegiatan ini dibutuhkan *prototype* tungku aktivasi (alat destilasi) yang merupakan kisi-kisi tempat arang yang diaktifkan dengan kapasitas 250 kg arang. Proses aktivasi dilakukan hanya dengan mengontrol temperatur selama waktu tertentu (Anonim, 2005)

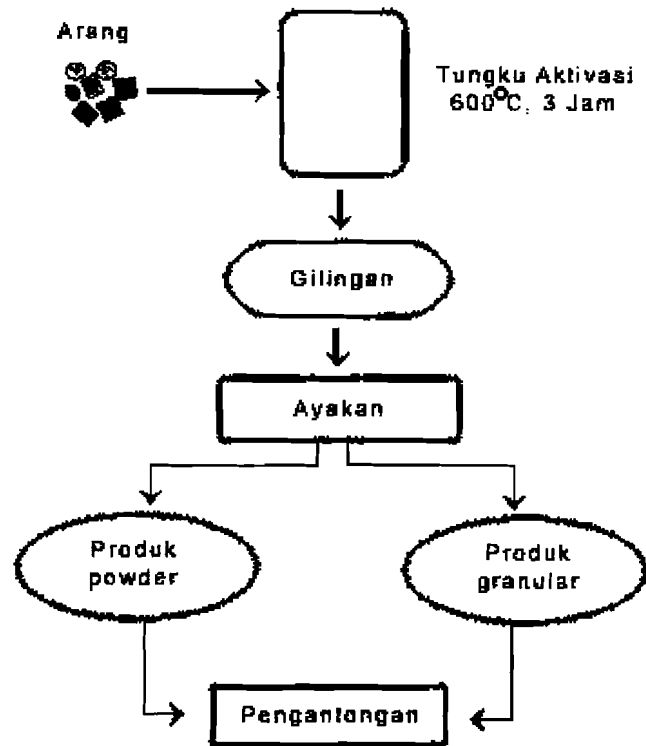
Untuk membentuk arang aktif maka membutuhkan suhu pemanasan dalam suatu uap panas (kukus) pada temperatur 600-700°C dilanjutkan dengan mengalirkan uap panas (*steam*) pada temperatur konstan 800-900°C dengan suplai

udara sedikit, sehingga terbentuk karbon aktif yang mempunyai struktur pori mikro yang maksimum dengan luas permukaan yang maksimum juga.

Ada dua metode dalam pengaktifan karbon yaitu :

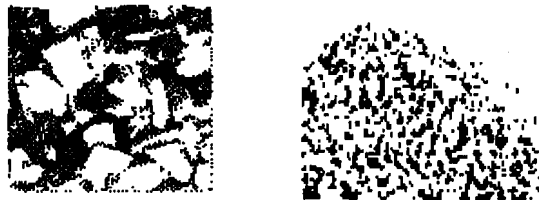
1. Dengan menggunakan gas untuk mengoksidasi karbon pada suhu tinggi, gas yang digunakan biasanya adalah CO_2 dan udara / gabungan antara keduanya, pengaktifan gas ini selalu berjalan dalam kecepatan reaksi orde pertama dengan temperatur $100^{\circ} - 1000^{\circ} \text{C}$. Pengaktifan dengan gas ini ditujukan untuk memperluas struktur pori karbon melalui proses oksidasi.
2. Dengan pengaktifan secara kimia, zat kimia yang digunakan adalah ZnCl_2 , asam phosphor, Na_2SO_4 dan KOH . pengaktifan secara kimia berjalan pada temperatur $400-650^{\circ}\text{C}$. Proses ini ditujukan untuk memperluas permukaan pori bagian dalam karbon. (anonim, 1999 dikutip Isnawan, 2000)

BAGAN PROSES PEMBUATAN ARANG AKTIF

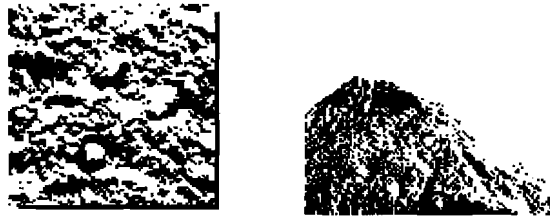


Gambar 2.3.1 Skema pembuatan karbon aktif
Sumber: Anonim, 2005

Karbon aktif diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yakni *powder*: jika ukuran diameter karbon aktif lebih kecil dari 200 mesh dan *granular* jika diameter karbon aktif berukuran lebih besar dari 160 mesh (0,1mm).



Gambar 2.3.2 Karbon aktif granular
(Sumber: Anonim, 2005)



Gambar 2.3.3 Karbon aktif powder
(Sumber: Anonim, 2005)

Bubuk karbon aktif mempunyai ukuran antara 10-50 μm , dan umumnya digunakan dalam proses penjernihan air. Karbon aktif biasanya ditambahkan ke dalam air bersama dengan reagent atau flokulasi. Dalam pengolahan air minum atau air limbah karbon aktif bubuk dan karbon aktif *granular* mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing (Supranto, 1988).

Ukuran partikel dan luas permukaan merupakan hal yang penting dalam karbon aktif. Ukuran partikel karbon aktif mempengaruhi kecepatan adsorpsi, tetapi tidak mempengaruhi kapasitas adsorpsi. Jadi kecepatan adsorpsi yang menggunakan karbon aktif serbuk (*powder*) lebih besar daripada karbon aktif butiran (*granular*). Luas permukaan total mempengaruhi kapasitas adsorpsi total sehingga meningkatkan efektifitas karbon aktif dalam penyisihan senyawa organik dalam air buangan. Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 500-1400 m^2/gr . (Graham dkk, 1951).

Penggunaan bubuk karbon aktif mempunyai kelebihan sebagai berikut :

1. Sangat ekonomis karena ukuran butir yang kecil dan luas permukaan kontak persatuan berat sangat besar.

2. Kontak menjadi sangat baik dengan mengadakan pengadukan cepat dan merata.
3. Tidak memerlukan tambahan alat lagi karena karbon akan mengendap bersama lumpur yang terbentuk.
4. Kemungkinan tumbuhnya mikroorganisme sangat kecil.

Adapun kerugiannya ialah :

1. Penanganan karbon aktif, karena berbentuk bubuk yang sangat halus. Kemungkinan mudah terbang terbawa angin, sulit tercampur dengan air dan mudah terbakar.
2. Karena tercampur dengan lumpur, maka sulit diregenerasi dan biaya operasinya mahal.
3. Kemungkinan terjadi penyumbatan lebih besar, karena karbon aktif bercampur dengan lumpur.

Kelebihan dari pemakaian karbon aktif *granular* :

1. Pengoperasian mudah karena air mengalir dalam media karbon.
2. Proses berjalan cepat karena ukuran butiran karbonnya lebih besar.
3. Karbon aktif tidak bercampur dengan lumpur sehingga dapat diregenerasi.

Kerugiannya:

1. Perlu tambahan unit pengolah lagi, yaitu filter.
2. Luas permukaan kontak persatuan berat lebih kecil karena ukuran butiran karbon besar.

Ukuran partikel tidak terlalu mempengaruhi luas permukaan total sebagian besar meliputi pori-pori partikel karbon. Jadi berat yang sama dari karbon aktif

serbuk dengan butiran mempunyai kapasitas yang sama. Struktur pori-pori karbon aktif mempengaruhi perbandingan antara luas permukaan dan ukuran partikel. Ada dua macam pori dalam partikel karbon aktif yaitu *mikropore* dan *makropore*.

Diameter pori-pori tersebut dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

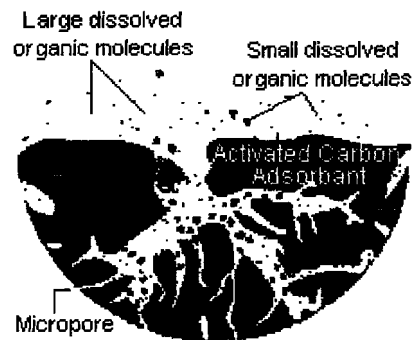
1. Pori-pori makro dengan diameter 200 A.
2. Pori-pori mikro dan pori-pori transisi dengan diameter dibawah 200 A .

Pori-pori ini memegang peranan penting dalam proses adsorpsi.

2.4. Adsorpsi

Adsorpsi adalah mengumpulnya suatu bahan pada permukaan adsorben padat, sedangkan absorpsi adalah masuknya bahan yang mengumpul dalam suatu zat padat. Oleh karenanya keduanya sering muncul bersamaan dalam suatu proses maka ada yang menyebutnya sorpsi. Baik adsorpsi maupun absorpsi terjadi pada karbon aktif maupun padatan lainnya, namun unit operasinya dikenal sebagai adsorpsi.

Adsorpsi adalah proses dimana substansi molekul meninggalkan larutan dan bergabung pada permukaan zat padat oleh ikatan fisika dan kimia. Substansi molekul atau bahan yang diserap disebut adsorbat, dan zat padat penyerapnya disebut adsorben. Proses adsorpsi biasanya dengan menggunakan karbon aktif yang digunakan guna menyisihkan senyawa-senyawa aromatik dan senyawa organik terlarut (Tjokrokusumo, 1991/1992).



Gambar 2.4.1 Proses adsorpsi pada karbon aktif

(Anonim, 2005)

Adsorpsi dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu :

- Adsorpsi fisik yaitu berhubungan dengan gaya Van Der Waals dan merupakan proses bolak-balik. Apabila gaya tarik menarik antara zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari pada gaya tarik menarik antara zat terlarut dengan pelarutnya maka zat terlarut akan diadsorpsi pada permukaan adsorben.
- Adsorpsi kimia yaitu reaksi yang terjadi antara zat pada dan zat terlarut yang teradsorpsi.

Adsorpsi secara kuantitatif didefinisikan dengan dua persamaan sebagai berikut :

1. Isotherm Freundlich yang merupakan suatu rumus empiris yang mewakili equilibrium adsorpsi untuk konsentrasi zat terlarut tertentu :

$$\frac{x}{m} = X = K C_e^{1/n} \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

x = massa zat terlarut yang teradsorpsi

C_e = konstanta *equilibrium* dari zat terlarut massa/volume.

$K.n$ = konstanta eksperimen

X = rasio massa fase solid

m = massa adsorban

2. Isotherm Langmuir

$$\frac{x}{m} = X = \frac{aKCe}{1 + KCe} \dots\dots\dots (2)$$

dimana :

a = massa zat terlarut yang teradsorpsi yang diperlukan untuk menjenuhkan suatu unit massa adsorbent

K = konsatanta eksperimen

(Reynold, 1982)

Mekanisme adsorpsi

Proses adsorpsi dapat digambarkan sebagai proses dimana molekul meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat akibat ikatan kimia dan fisika. Adsorpsi dibagi menjadi dua yaitu (Reynold, 1982) :

1. Adsoprsi fisik
2. Adsorpsi kimia

Adsorpsi fisik terjadi terutama karena adanya gaya Vander Walls. Apabila gaya tarik antar molekul zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari pada gaya tarik antara molekul dengan pelarutnya maka zat terlarut tersebut akan diadsorpsi. Ikatan tersebut sangat lemah, sehingga mudah untuk diputuskan apabila konsentrasi zat terlarut yang teradsorpsi diubah. Jadi proses ini berlangsung bolak-balik sedangkan dalam proses adsorpsi kimia ikatan antara zat terlarut yang teradsorpsi dan adsorben sangat kuat, sehingga sulit untuk dilepaskan dan proses hampir tidak mungkin untuk bolak-balik.

Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi adalah (Hammer, 1977 dikutip petrus, 1996) :

1. Karakteristik fisik dan kimia dari adsorben seperti luas permukaan, ukuran pori-pori, komposisi dan lain-lain.
2. Karakteristik fisik dan kimia dari zat terlarut yang teradsorpsi, seperti ukuran molekul, polaritas molekul, komposisi kimia, PH, suhu dan lain sebagainya.
3. Konsentrasi zat terlarut yang teradsorpsi.
4. Waktu kontak.

Faktor lain yang mempengaruhi mekanisme adsorpsi adalah suhu, pH larutan dan waktu kontak sangat menentukan tingkat laku zat terlarut yang teradsorpsi maupun adsorben (Reynold, 1982).

1. Suhu

Reaksi-reaksi adsorpsi yang terjadi adalah eksoterm. Maka dari itu tingkat adsorpsi umumnya meningkat sejalan dengan menurunnya suhu. Perubahan entalpi proses adsorpsi umumnya terjadi di dalam reaksi kondensasi atau kristalisasi. Perubahan suhu sedikit cenderung tidak mempengaruhi proses adsorpsi.

2. PH (Derajat Keasaman)

Derajat keasaman (pH) berpengaruh besar terhadap adsorpsi, karena pH menentukan tingkat ionisasi larutan. Maka dapat mempengaruhi adsorpsi senyawa-senyawa organik asam atau basa lemah, pH yang baik berkisar antara 8-9. Umumnya beberapa senyawa organik semakin baik diadsorpsi apabila pH semakin rendah. Ini bisa terjadi akibat netralisasi muatan negatif karbon oleh ion-ion nitrogen yang menyebabkan permukaan karbon lebih baik untuk mengadsorpsi. Senyawa asam organik lebih dapat diadsorpsi pada pH rendah. Sebaliknya basa organik lebih dapat diadsorpsi pada pH tinggi.

3. Waktu Kontak

Waktu kontak merupakan hal yang sangat menentukan dalam proses adsorpsi. Gaya adsorpsi molekul dari suatu zat terlarut akan meningkat apabila waktu kontak dengan karbon aktif makin lama. Waktu kontak yang lama memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul zat terlarut yang teradsorpsi berlangsung lebih baik.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

3.2. Obyek Penelitian

1. Air sumur yang akan diteliti adalah air sumur penduduk milik bapak Muhadi di dusun kergan, Wukirsari, Cangkringan, Sleman.
2. Arang aktif diperoleh dari yang dijual di pasaran.

3.3 Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan mulai bulan agustus 2005 sampai dengan bulan februari 2006 yang dilanjutkan dengan pengolahan data dan penyusunan skripsi.

3.4 Metode Pengumpulan Data

1. Data Primer, yaitu data yang diperoleh langsung dari pemeriksaan laboratorium, adapun proses perolehan data primer adalah sebagai berikut :
 - a. Pengambilan sampel dari lokasi pengambilan
 - b. Pemeriksaan awal kandungan Fe dan Mn

2. Data Sekunder, yaitu pengumpulan data dari studi pustaka sebagai penunjang yang berkaitan dengan permasalahan diatas.

3.5 Variabel Penelitian

1. Variabel Berubah yaitu :

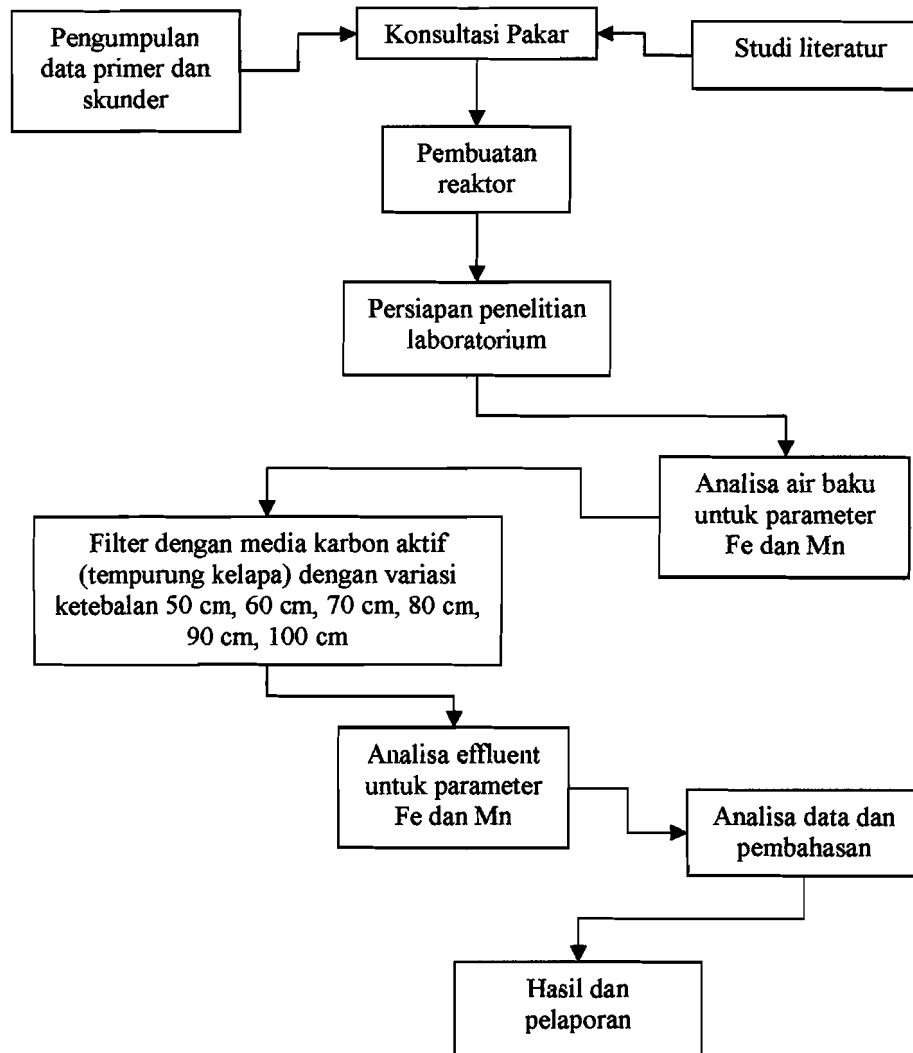
Ketebalan arang aktif : 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm, 100 cm.

2. Variabel Tetap yaitu :

- Variabel tetap yang akan dianalisa dalam penelitian ini adalah Konsentrasi Fe dan Mn
- Debit aliran : 0.0416 lt/dtk
- Pengujian sampel dilakukan setiap penyaringan 30 menit sebanyak 4 kali. Yaitu pada menit ke 0, 30, 60, 90.

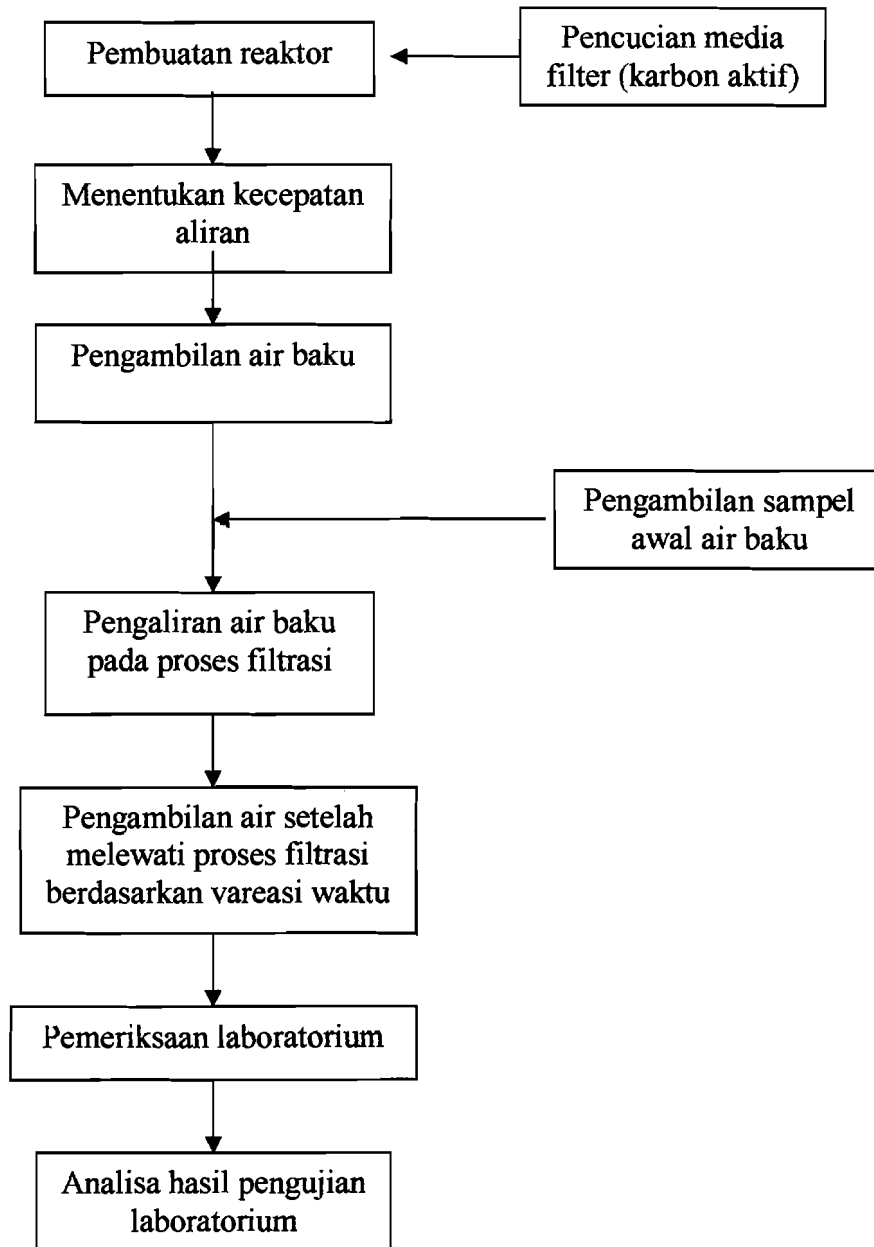
3.6 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian dapat dilihat sebagai berikut :



Gambar 3.6.1 Diagram alir penelitian

Diagram alir proses filtrasi :

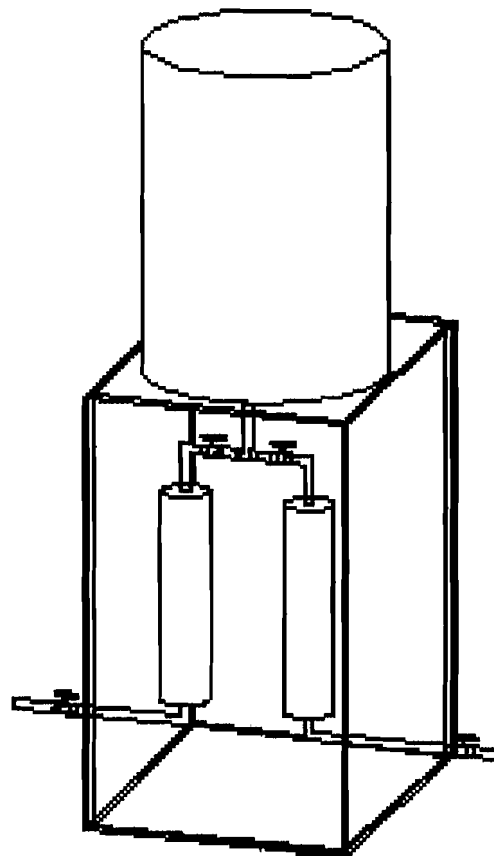


Gambar 3.6.2 Diagram alir proses filtrasi

Tabel.3.1 Metode Pengujian

Parameter	Satuan	Metode Uji	Referensi
Fe	Mg/l	Colorimetri- Spectrophotometer	SNI 19-1127-1989 ; AWWA 3500-Fe D
Mn	Mg/l	Colorimetri	SNI 19-1133-1989 : AWWA 3500-Mn D

3.7. Alat dan bahan penelitian



Gambar 3.7. Reaktor

1. Drum plastik kapasitas 100 lt 1buah
2. Pipa pvc $\frac{3}{4}$ inch, 3 m
3. Get valve $\frac{3}{4}$ inch, 2 buah
4. Besi siku, 10 m @ 4 m
5. Arang aktif 20 kg
6. Jirigen 20 L 3 buah
7. Corong 1 buah

Cara kerja penelitian

1. Pembuatan reaktor.
2. Pengambilan sampel dengan menggunakan jirigen.

Sampel diambil dari sumur milik Bapak Muhadi di desa Kergan, Wukirsari, Cangkringan dengan menggunakan timba manual dan kemudian air sampel dimasukkan kedalam jirigen, diusahakan jirigen terisi penuh dan tidak ada udara sedikitpun didalamnya. Dengan tujuan agar tidak terjadi proses aerasi pada saat air didalam jirigen.

3. Proses pengolahan

Air sampel ditampung dalam bak penampung yang letaknya diatas reaktor, kemudian dialirkan melalui pipa, dan kemudian kedalam pipa berukuran 4 inch yang didalamnya terdapat karbon aktif dari tempurung kelapa keluar melalui outlet.

4. Pengujian hasil pengolahan

Setelah keluar dari outlet air ditampung dan diuji dan dapat diketahui efisiensi dari alat pengolahan ini untuk menurunkan kandungan Fe dan Mn dalam air sumur.

3.8. Analisis Data

Effluent dari hasil penyaringan/ pengolahan dianalisa di laboratorium dan untuk mengetahui efisiensi penurunan kandungan Fe dan Mn dapat dihitung dengan membandingkan influent dan effluent dan dinyatakan dalam persen.

Perhitungan efisiensi :

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

Dimana :

E = efisiensi

C₁ = Kandungan Fe dan Mn sebelum penyaringan

C₂ = Kandungan Fe dan Mn sesudah penyaringan

Dari hasil perhitungan efisiensi kemudian dianalisa menggunakan uji statistik Anova satu jalur dengan rumus-rumus sebagai berikut :

- Jumlah kuadrat antar group (JK_A)

$$JK_A = \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N}$$

- Derajat kebebasan antar group (dk_A)

$$dk_A = A - 1$$

- Kuadrat Rerata Antar group (KR_A)

$$KR_A = \frac{JK_A}{dk_A}$$

- Jumlah Kuadrat Dalam antar group (JK_D)

$$JK_D = \sum X_T^2 - \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}}$$

- Derajat Kebebasan Dalam antar group (dk_D)

$$dk_D = N - A$$

- Kuadrat Rerata Dalam antar group (KR_D)

$$KR_D = \frac{JK_D}{dk_D}$$

- Nilai F_{hitung}

$$F_{hitung} = \frac{KR_A}{KR_D}$$

- F_{tabel}

$$F_{tabel} = F_{(1-\alpha)(dk_A, dk_D)}$$

(Keterangan dapat dilihat dalam lampiran 1)

Dengan kaedah pengujian :

H_0 : Tidak ada pengaruh yang signifikan antara waktu operasi dengan keadaan Fe dan Mn pada filter Karbon aktif

Hi : Ada pengaruh yang signifikan antara waktu operasi dengan keadaan Fe dan Mn pada filter Karbon aktif

Jika $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka H_0 ditolak

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka H_0 diterima

Hipotesa

1. Karbon aktif dari tempurung kelapa dapat digunakan sebagai adsorbent untuk menurunkan kandungan Fe dan Mn air tanah.
2. Terjadi perbedaan kandungan Fe dan Mn antara inlet dan outlet filter dengan variasi ketebalan 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm, 100 cm dengan diameter tetap.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil pengujian awal kadar Fe dan Mn

4.1.1 Hasil pengujian awal kadar Fe dan Mn sebelum penelitian

Hasil awal pengujian sebelum penelitian kadar Fe dan Mn air sumur dari dusun kergan, Wukirsari, Cangkringan dapat dilihat pada Tabel 4.1. Tujuan dari pengujian awal ini adalah untuk mengetahui kandungan atau kadar Fe dan Mn yang ada dalam air tanah itu sendiri sebelum penelitian dilakukan, agar diketahui besar kecilnya kandungan Fe dan Mn sehingga dapat diketahui layak atau tidaknya air tersebut untuk digunakan sebagai bahan penelitian dan sebagai acuan dalam melaksanakan penelitian selanjutnya.

Tabel 4.1 Hasil pengujian awal kadar Fe dan Mn sebelum penelitian

No.	Parameter	Satuan	Hasil analisis
1	Fe	Mg/l	1,42
2	Mn	Mg/l	0,64

(Sumber: Data primer mei 2005)

4.1.2 Hasil pengujian awal kadar Fe dan Mn sebelum proses filtrasi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kandungan Fe dan Mn sesaat sebelum dilakukan proses filtrasi yang nantinya didapat data primer yang akan digunakan untuk menghitung efisiensi proses filtrasi tersebut. Berdasarkan analisis laboratorium yang dilakukan terhadap air baku yang diambil

dari sumur milik Bapak Muhadi di Dusun Kergan, Wukirsari, Cangkringan didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4.2 Hasil pengujian awal kadar Fe dan Mn sebelum proses filtrasi

	No.	Parameter	Satuan	Hasil analisis
A	1	Fe	Mg/l	0,695
	2	Mn	Mg/l	0,199
B	3	Fe	Mg/l	0,555
	4	Mn	Mg/l	0,192
C	5	Fe	Mg/l	0,667
	6	Mn	Mg/l	0,156

(Sumber: Data primer februari 2006)

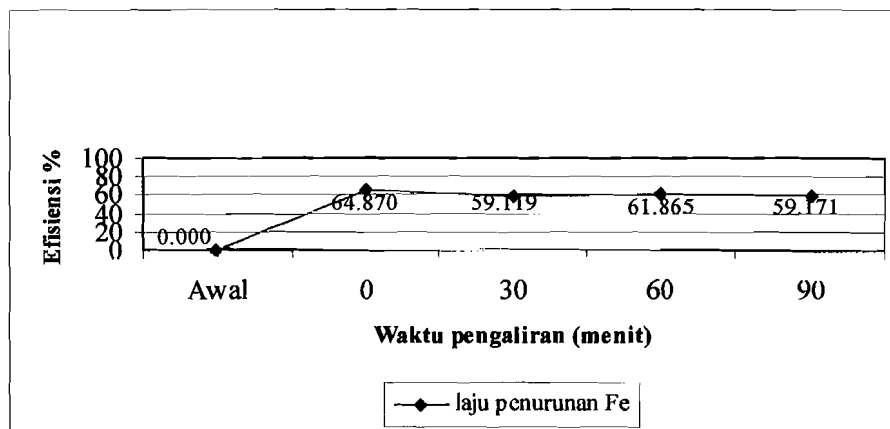
Dari Tabel 4.2 dapat diketahui bahwa kandungan Fe dan Mn total yang terkandung dalam sumur gali milik bapak Muhadi melebihi ambang batas yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia, No : 907/MENKES/SK/VII/2002. tentang persyaratan kualitas air minum, ambang batas yang diijinkan untuk kandungan Fe yang terdapat dalam air minum adalah sebesar 0,3 mg/l dan kandungan Mn sebesar 0,1 mg/l sehingga perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan atau diminum.

Karena keterbatasan alat transportasi dan bak penampung serta lokasi pengambilan sampel yang letaknya berjauhan dengan dilakukannya penelitian maka pengambilan sampel dan proses filtrasi dilakukan sebanyak tiga tahap. Kandungan Fe dan Mn yang terkandung pada setiap pengambilan sampel berbeda-beda, dapat dilihat pada tabel 4.2. Untuk tahap pertama dapat dilihat pada

kolom A, pengambilan sampel dilakukan kurang lebih pukul 10.00 WIB, sampel ini digunakan untuk proses filtrasi pada ketinggian karbon aktif 50 cm dan 60 cm. Tahap kedua dapat dilihat pada kolom B, pengambilan sampel dilakukan kurang lebih dilakukan pukul 14.00 WIB digunakan untuk proses filtrasi pada ketinggian karbon aktif 70 Cm dan 80 cm. Tahap ketiga dapat dilihat pada kolom C, pengambilan sampel dilakukan sekitar pukul 18.00 WIB yang digunakan untuk proses filtrasi dengan ketinggian karbon aktif 90 cm dan 100 cm.

4.2 Hasil pengujian pengaruh ketinggian karbon aktif terhadap penurunan kandungan Fe dan Mn dalam air sumur

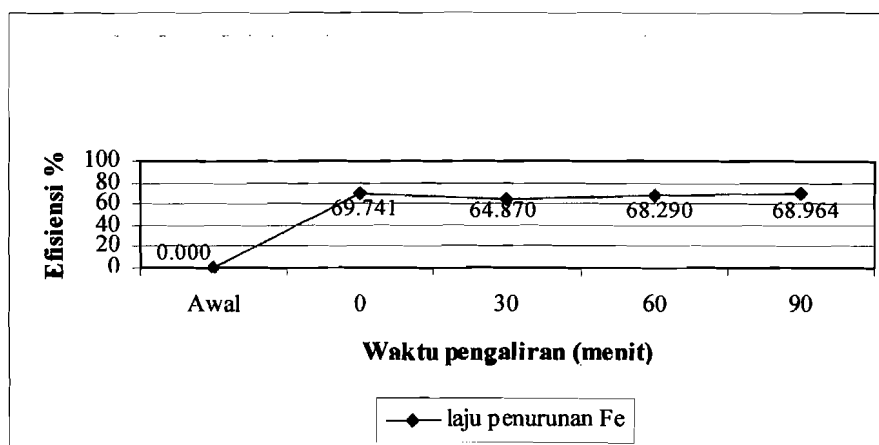
4.2.1 Setelah dilakukan proses filtrasi dan dilakukan analisa laboratorium kandungan Fe yang ada adalah sebagai berikut :



Gambar. 4.2.1.1 Efisiensi Konsentrasi Fe Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 50 cm

Setelah dilakukan uji laboratorium untuk saringan karbon aktif dengan ketinggian 50 cm maka diketahui efisiensi dari tiap- tiap waktu pengambilan sampel. Untuk pengujian kandungan Fe sebelum dan sesudah melalui proses

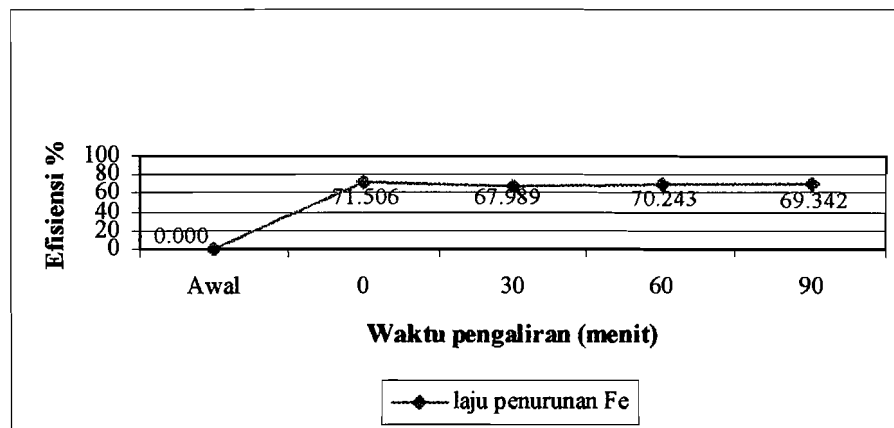
filtrasi adalah dengan sampel awal mempunyai kandungan Fe sebesar 0,965 mg/l setelah melalui proses filtrasi dengan karbon aktif pada menit ke 0 kandungan Fe turun menjadi 0,339 mg/l atau turun 64,87 % dari kandungan semula, pada menit ke 30 kandungan Fe menjadi 0,395 mg/l atau 59,119 % dari kandungan semula pada menit ini efisiensi filter turun sebesar 5,751 % dari efisiensi pada waktu sebelumnya, pada menit ke 60 kandungan Fe turun menjadi 0,368 mg/l atau 61,865 % dari kandungan Fe awal efisiensinya naik 2,746 % dari waktu sebelumnya, pada menit ke 90 kandungan Fe turun menjadi 0,394 mg/l atau turun 59,171 % dari kandungan Fe awal dan turun 2,694 % dari efisiensi pada menit ke 60.



Gambar. 4.2.1.2 Efisiensi Konsentrasi Fe Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 60 cm.

Untuk hasil analisis pada penyaringan dengan ketinggian karbon aktif 60 cm adalah sebagai berikut, kandungan Fe dalam air pada sampel awal sebesar 0,965 mg/l, setelah dilakukan proses filtrasi terjadi penurunan kandungan Fe, pada menit ke 0 kandungan Fe yang semula 0,965 mg/l turun menjadi 0,292 mg/l atau turun 69,741 %. Pada 30 menit berikutnya dilakukan analisa dan didapatkan kandungan Fe turun menjadi 0,339 mg/l atau 64,870 % dari kandungan Fe awal.

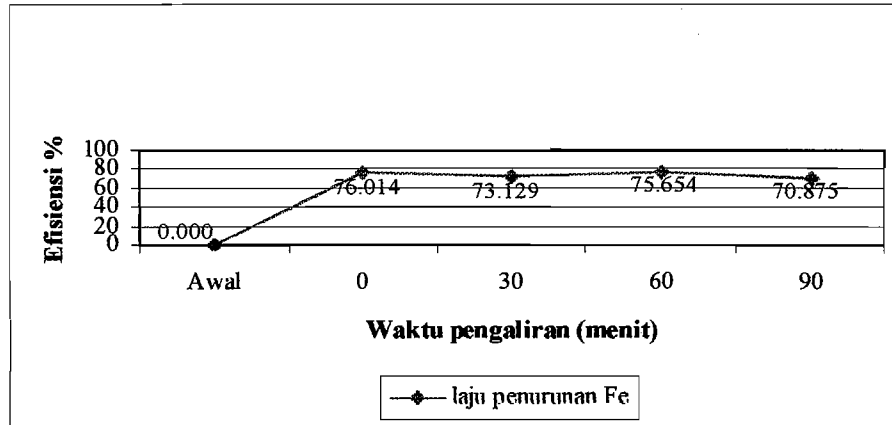
Efisiensi saringan pada pengambilan menit ke 30 ini turun 4,871 % dari pada pengujian pada menit ke 0. Pada menit ke 60 kandungan Fe turun menjadi 0,306 mg/l atau 68,290 % dari kandungan Fe awal sebelum proses penyaringan. Efisiensi penyaringan pada menit ini naik 3.42 % dari efisiensi pada menit sebelumnya. Di menit ke 90 kandungan Fe turun menjadi 0,3 mg/l atau 68,964 % dari kandungan Fe sebelum proses filtrasi. Efisiensi filtrasi pada menit ini naik 0,674 % dari menit ke 60.



Gambar. 4.2.1.3 Efisiensi Konsentrasi Fe Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 70 cm.

Dari grafik dan tabel diatas diketahui kandungan Fe sebelum proses filtrasi adalah 0,555 mg/l, setelah melalui proses penyaringan kandungan Fe turun. Pada menit ke 0 turun menjadi 0,158 mg/l atau turun 71,506 % dari kandungan Fe sebelum filtrasi. Di menit ke 30 kandungan Fe dalam air turun menjadi 0,178 mg/l atau turun 67,989 %. Efisiensi pada menit ke 30 ini turun 3.517 % dari pada menit ke 0. Menit ke 60 kandungan Fe turun menjadi 0,165 mg/l atau turun 70,243 % dari kandungan Fe sebelum penyaringan. Efisiensi filtrasi di menit ini naik dari pada menit ke 30 sebesar 2,254 %. Pada pengujian

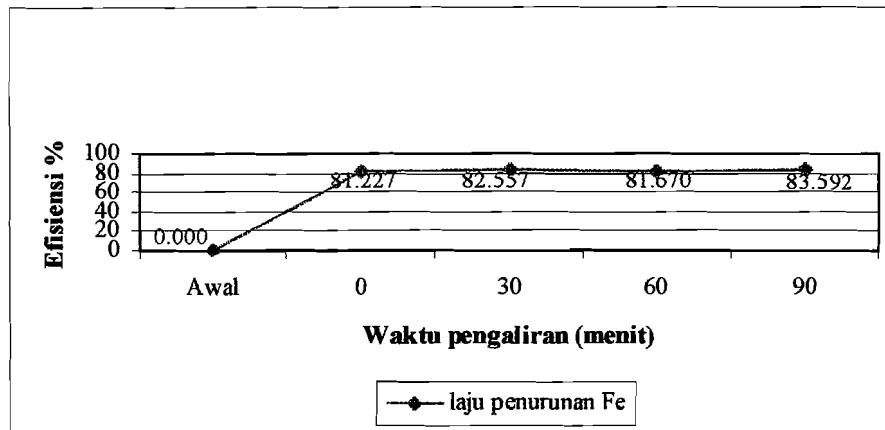
pada menit ke 90 kandungan Fe dalam air turun menjadi 0,170 mg/l atau terjadi penurunan dari kandungan Fe awal sebesar 69,342 %. Efisiensi di menit ke 90 ini turun 0,901 % dari pada menit ke 60.



Gambar. 4.2.1.4 Efisiensi Konsentrasi Fe Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 80 cm.

Pada proses penyaringan dengan ketinggian karbon aktif 80 cm dapat dilihat pada tabel dan grafik 4.2.4. Pada tabel dan grafik diatas bisa dilihat kandungan Fe sebelum dilewatkan karbon aktif adalah sebesar 0,555 mg/l, setelah dilewatkan pada saringan karbon aktif dengan ketinggian 80 cm terjadi penurunan kandungan Fe. Pada menit ke 0 penurunan yang terjadi adalah sebesar 76,014 % atau turun menjadi 0,133 mg/l dari kandungan Fe awal. Pada 30 menit berikutnya yaitu menit ke 30 penurunan yang terjadi adalah sebesar 73,129 % atau menjadi 0,149 mg/l dari kandungan Fe sebelum penyaringan. Efisiensi penyaringan di menit ini terjadi penurunan 2,885 % dari pada menit ke 0. Pada pengujian menit ke 60 kandungan Fe sebesar 0,135 mg/l atau terjadi penurunan 75,654 % dari kandungan Fe sebelum penyaringan. Efisiensi saringan karbon aktif pada menit ini naik dari pada efisiensi pada menit ke 30 sebesar 2,525 %. Pada

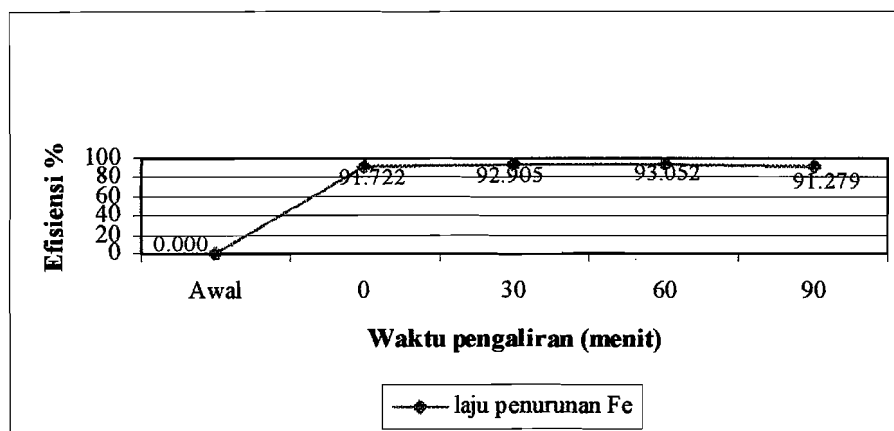
menit ke 90 kandungan Fe turun dari kandungan awal menjadi 0,162 mg/l atau terjadi penurunan sebesar 70,875 %. Efisiensi penyaringan pada menit ke 90 ini turun dari pada menit ke 80 sebesar 4,779 %.



Gambar. 4.2.1.5 Efisiensi Konsentrasi Fe Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 90 cm

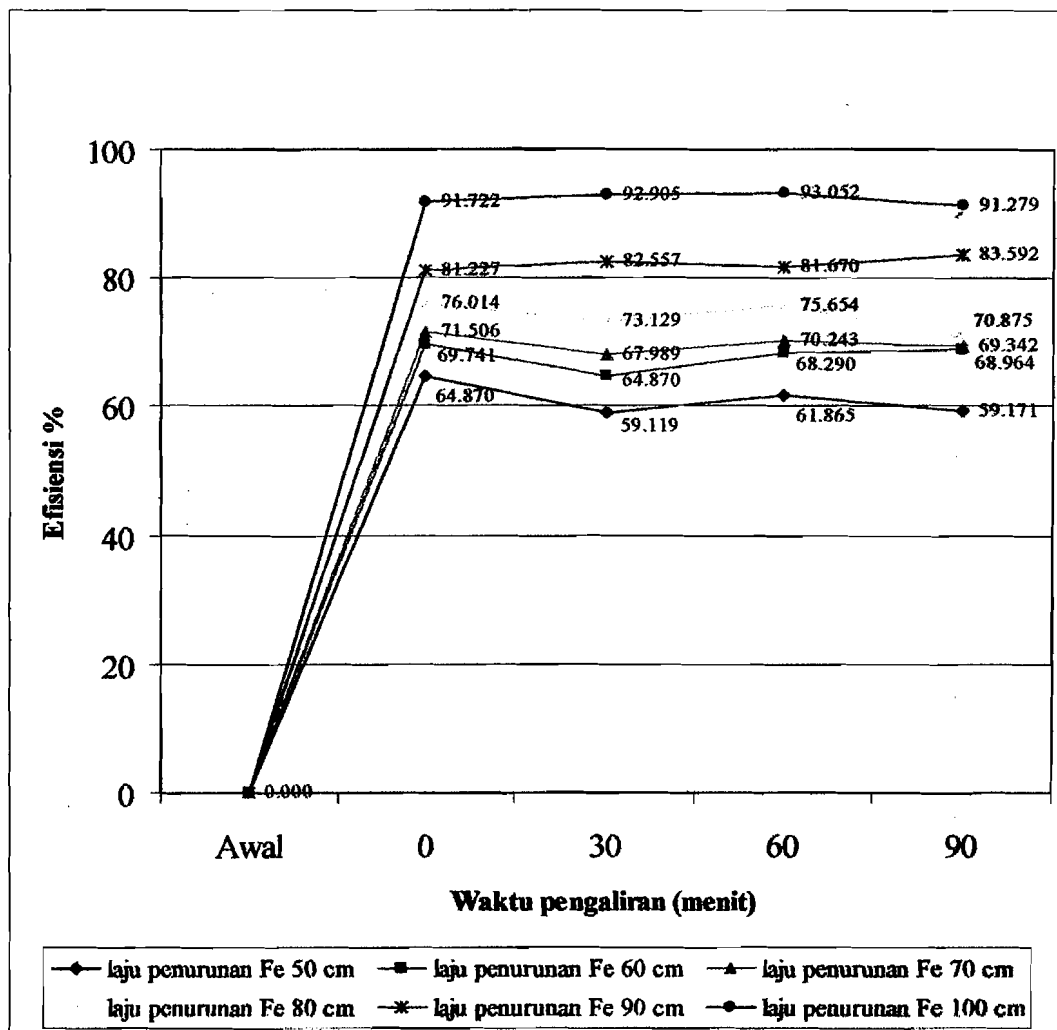
Tabel dan grafik 4.2.5 menunjukkan penurunan kandungan Fe dan Mn setelah melalui proses penyaringan karbon aktif dengan ketebalan 90 cm dan diameter 4 inch. Dengan kandungan awal Fe sebesar 0,667 mg/l setelah melalui proses penyaringan terjadi penurunan, pada menit ke 0 kandungan Fe dalam air sampel terjadi penurunan menjadi 0,127 mg/l atau terjadi penurunan 81,227 % dari kandungan Fe sebelum melalui penyaringan. Pada menit ke 30 kandungan Fe turun menjadi 0,118 mg/l atau 82,557 % dari kandungan Fe awal. Efisiensi penyaringan pada menit ini terjadi kenaikan dari pada menit ke 0 sebesar 1,33 %. Di menit ke 60 penurunan kandungan Fe turun menjadi 0,124 mg/l atau turun 81,670 % dari kandungan Fe sebelum penyaringan. Efisiensi penyaringan pada menit ke 60 ini turun 0,887 % dari menit ke 30. Pada menit ke 90 penurunan kandungan Fe sebesar 83,592 % atau menjadi 0,111 mg/l dari kandungan Fe

semula. Efisiensi penurunan pada menit ini terjadi kenaikan dari pada menit ke 60 sebesar 1,922 %.



Gambar. 4.2.1.6 Efisiensi Konsentrasi Fe Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 100 cm

Untuk hasil analisis pada penyaringan dengan ketinggian karbon aktif 100 cm adalah sebagai berikut, kandungan Fe dalam air pada sampel awal sebesar 0,677 mg/l, setelah dilakukan proses filtrasi terjadi penurunan kandungan Fe, pada menit ke 0 kandungan Fe yang semula 0,677 mg/l turun menjadi 0,056 mg/l atau turun 91,722 %. Pada 30 menit berikutnya dilakukan analisa dan didapatkan kandungan Fe turun menjadi 0,048 mg/l atau 92,905 % dari kandungan Fe awal. Efisiensi saringan pada pengambilan menit ke 30 ini naik 1,183 % dari pada pengujian pada menit ke 0. Pada menit ke 60 kandungan Fe turun menjadi 0,047 mg/l atau 93,052 % dari kandungan Fe awal sebelum proses penyaringan. Efisiensi penyaringan pada menit ini naik 0,147 % dari efisiensi pada menit sebelumnya. Di menit ke 90 kandungan Fe turun menjadi 0,037 mg/l atau 91,279 % dari kandungan Fe sebelum proses filtrasi. Efisiensi filtrasi pada menit ini turun 1,773 % dari menit ke 60.



Gambar 4.2.1.7 Efisiensi Konsentrasi Fe Total untuk semua ketinggian

4.2.1.1 Analisa Fe menggunakan uji statistik

Dari hasil uji statistik untuk kandungan Fe didapat nilai :

Jumlah kuadrat antar group (JK_A) : 2462,890

Derajad kebebasan antar group (dk_A) : 5

Kuadrat Rerata Antar group (KR_A) : 492,578

Jumlah Kuadrat Dalam antar group (JK_D) : 65,627

Derajad Kebebasan Dalam antar group (dk_D) : 18

Kuadrat Rerata Dalam antar group (KR_D) : 3,64

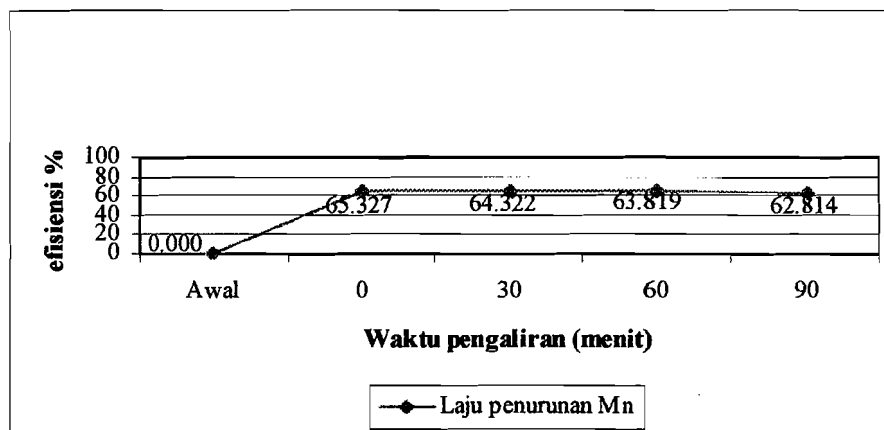
F_{hitung} : 135,32

F_{Tabel} : 2,77

(Perhitungan dapat dilihat pada lampiran 1)

Dari hasil pengujian ternyata F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} atau $135.32 > 2.77$, maka H_0 dan H_a diterima artinya ada perbedaan efisiensi yang signifikan antara hasil penyaringan pada filter dengan ketebalan media karbon aktif 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm dan 100 cm berdasarkan lama pengaliran air baku dalam menurunkan kadar Fe total

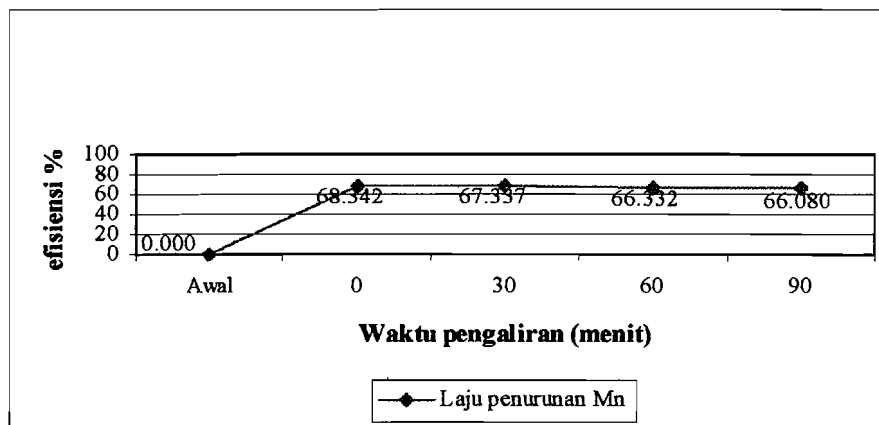
4.2.2 Setelah dilakukan proses filtrasi dan dilakukan analisa laboratorium kandungan Mn yang ada adalah sebagai berikut :



Gambar. 4.2.2.1 Efisiensi Konsentrasi Mn Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 50 cm.

Untuk kandungan awal Mn dalam air sampel sebelum melalui proses filtrasi adalah sebesar 0,199 mg/l. Setelah melewati filter karbon aktif dengan ketinggian 50 cm dan diameter 4 inch kandungan Mn turun pada menit ke 0

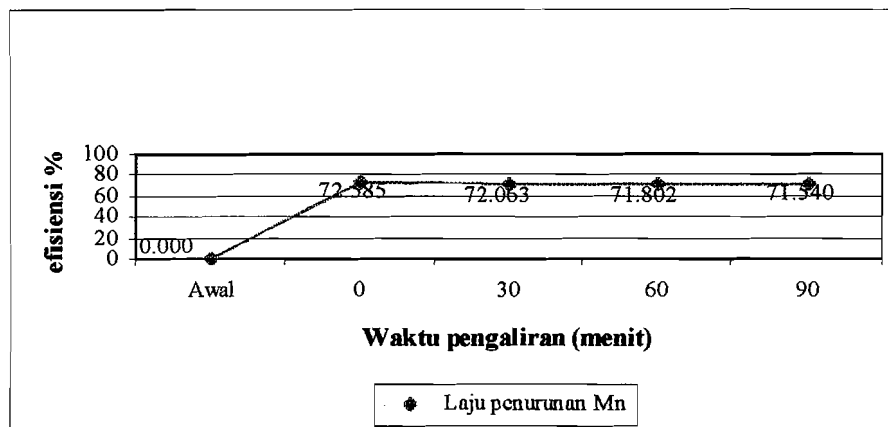
menjadi 0,069 mg/l atau 65,327 % dari kandungan Mn awal, pada menit ke 30 kandungan Mn awal turun menjadi 0,071 mg/l atau 64,322 %. Pada menit ke 30 ini efisiensi penyaringan turun sebesar 1,005 % dari efisiensi waktu sebelumnya. Pada menit ke 60 turun menjadi 0,072 mg/l atau 63,819 % dari kandungan Mn sebelum penyaringan, di menit ini efisiensi filtrasi turun 0.503 % dari menit sebelumnya. Menit ke 90 kandungan Mn awal turun menjadi 0,074 mg/l atau 62,814 %, efisiensi pada menit 90 ini turun sebesar 1,005 % dari menit ke 60.



Gambar. 4.2.2.2 Efisiensi Konsentrasi Mn Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 60 cm.

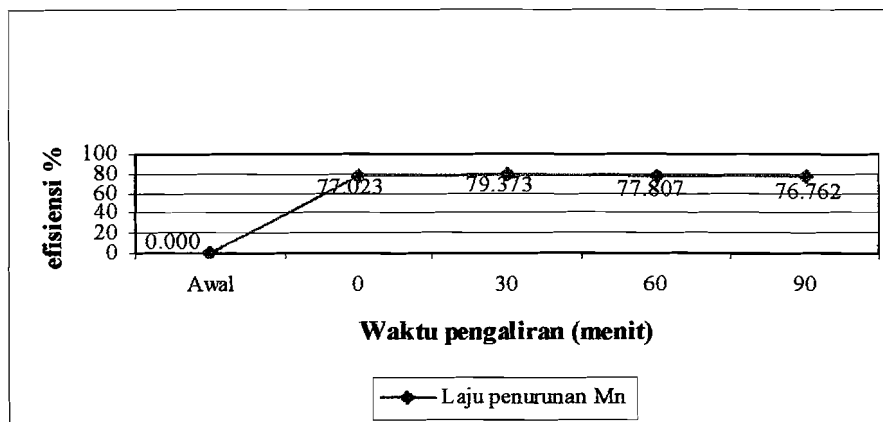
Hasil analisa kandungan Mn awal adalah 0,199 mg/l, setelah dilakukan proses penyaringan penurunan kandungan Mn pada menit ke 0 adalah sebesar 0,063 mg/l atau terjadi penurunan dari kandungan awal sebesar 68,342 %. Pada menit ke 30 kandungan Mn turun menjadi 0,065 mg/l atau turun 67,337 % dari kandungan Mn awal. Efisiensi proses filtrasi pada menit ini turun sebesar 1,005 % dari menit ke 0. Pada menit ke 60 terjadi penurunan kandungan Mn dari kandungan awal sebesar 66,332 % dari kandungan Mn sebelum proses penyaringan atau turun menjadi 0,067 mg/l. Efisiensi di menit ini turun 1,005 %

dari pada menit sebelumnya. Di menit ke 90 kandungan Mn turun menjadi 0,068 mg/l atau turun sebesar 66,080 % dari kandungan Mn sebelum penyaringan. Efisiensi penyaringan pada menit ini turun 0,252 % dari pada menit ke 60.



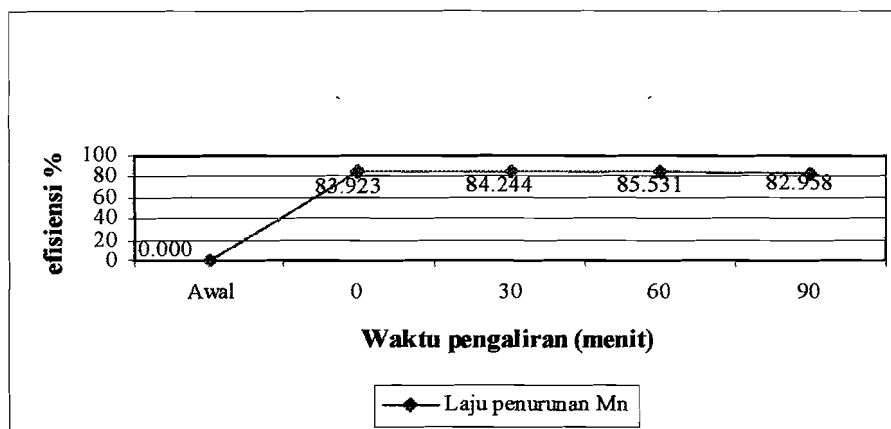
Gambar. 4.2.2.3 Efisiensi Konsentrasi Mn Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 70 cm.

Kandungan Mn dalam air sumur sebelum proses filtrasi sebesar 0,192 mg/l. Setelah proses filtrasi kandungan Mn turun, pada menit ke 0 kandungan Mn turun menjadi 0,053 mg/l atau turun 72,585 % dari kandungan Mn awal. Pada menit ke 30 kandungan Mn turun menjadi 0,054 mg/l atau 72,063 % dari kandungan Mn sebelum proses penyaringan. Efisiensi di menit ini turun sebesar 0,522 % dari pada menit sebelumnya. Di menit ke 60 penurunan yang terjadi sebesar 71,802 % atau turun menjadi 0,054 mg/l dari kandungan awal sebelum penyaringan. Efisiensi di menit ini turun sebesar 0,261 % dari pada menit ke 30. Pada menit ke 90 kandungan Mn turun menjadi 0,055 mg/l atau terjadi penurunan sebesar 71,540 % dari kandungan Mn sebelum penyaringan. Efisiensi penurunan kandungan Mn pada menit ke 90 ini terjadi penurunan dari pada menit ke 60 sebesar 0,262 %.



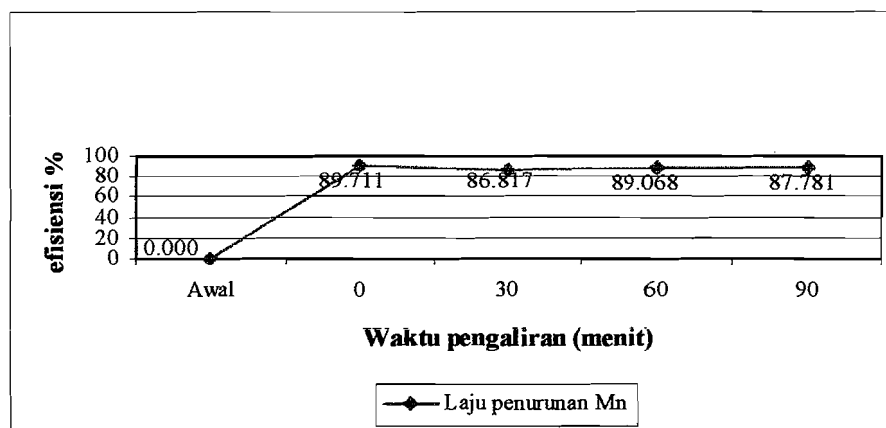
Gambar. 4.2.2.4 Efisiensi Konsentrasi Mn Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 80 cm

Untuk kandungan Mn awal sebelum proses penyaringan adalah 0,192 mg/l. Setelah melalui proses penyaringan pada menit ke 0 terjadi penurunan kandungan Mn sebesar 77,023 % atau turun menjadi 0,044 mg/l dari kandungan awal. Di menit ke 30 kandungan Fe turun menjadi 0,040 mg/l atau 79,373 % dari kandungan Fe sebelum penyaringan. Efisiensi penyaringan pada menit ini naik sebesar 2,356 % dari pada menit ke 0. Pada menit ke 60 kandungan Mn turun dari kandungan awal menjadi 0,043 mg/l atau 77,807 %. Efisiensi saringan pada menit ini turun dari pada menit sebelumnya sebesar 1,566 %. Pada menit ke 90 kandungan Fe awal turun setelah melalui penyaringan menjadi 0,045 mg/l atau terjadi penurunan sebesar 76,762 % dari kandungan Mn sebelum penyaringan. Efisiensi pada menit ini terjadi penurunan 1,045 % dari menit sebelumnya.



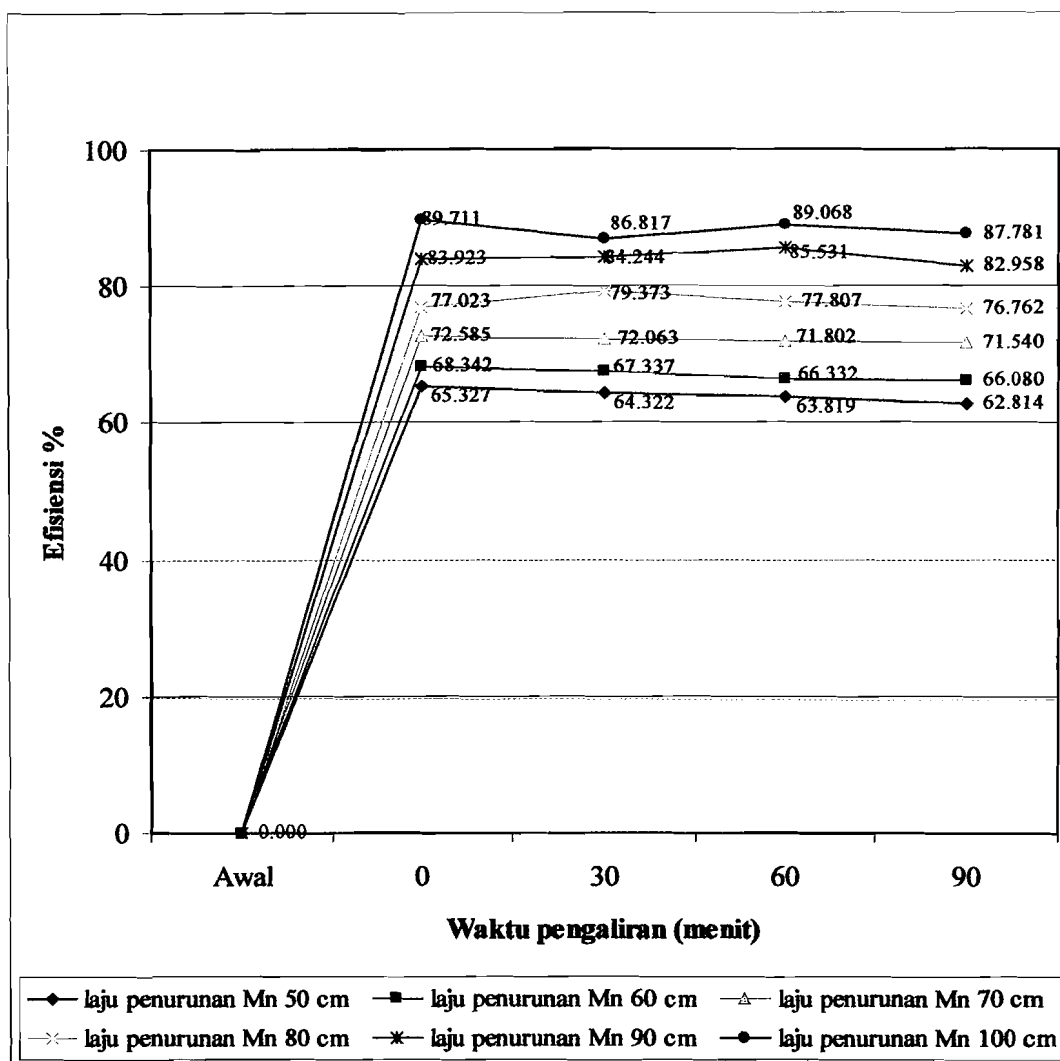
Gambar. 4.2.2.5 Efisiensi Konsentrasi Mn Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 90 cm

Untuk kandungan Mn setelah proses penyaringan terjadi penurunan, pada menit ke 0 kandungan Mn yang semula sebesar 0,156 mg/l turun menjadi 0,025 mg/l atau turun sebesar 83,923 % dari kandungan Mn sebelum penyaringan. Pada menit ke 30 kandungan Mn turun sebesar 84,244 % atau turun menjadi 0,025 mg/l. Efisiensi pada menit ke 60 ini terjadi kenaikan daripada efisiensi pada menit ke 30 sebesar 0,321 %. Di menit ke 60 penurunan yang terjadi adalah sebesar 85,531 % dari kandungan Mn awal atau turun menjadi 0,023 mg/l. Efisiensi di menit ini terjadi kenaikan dari pada di menit ke 30 sebesar 1,608 %. Pada menit ke 90 penurunan yang terjadi adalah sebesar 82,958 % atau kandungan Mn turun menjadi 0,027 mg/l dari kandungan Mn sebelum penyaringan. Efisiensi penyaringan pada menit 90 ini terjadi penurunan dari menit ke 60 sebesar 2,573 %.



Gambar. 4.2.2.6 Efisiensi Konsentrasi Mn Total setelah melewati Saringan Karbon Aktif pada ketinggian 100 cm

Kandungan Mn dalam air sumur sebelum proses filtrasi sebesar 0,156 mg/l. Setelah proses filtrasi kandungan Mn turun, pada menit ke 0 kandungan Mn turun menjadi 0,016 mg/l atau turun 89,711 % dari kandungan Mn awal. Pada menit ke 30 kandungan Mn turun menjadi 0,021 mg/l atau 86,817 % dari kandungan Mn sebelum proses penyaringan. Efisiensi di menit ini turun sebesar 2,894 % dari pada menit sebelumnya. Di menit ke 60 penurunan yang terjadi sebesar 89,068 % atau turun menjadi 0,017 mg/l dari kandungan awal sebelum penyaringan. Efisiensi di menit ini naik sebesar 2,251 % dari pada menit ke 30. Pada menit ke 90 kandungan Mn turun menjadi 0,019 mg/l atau terjadi penurunan sebesar 87,781 % dari kandungan Mn sebelum penyaringan. Efisiensi penurunan kandungan Mn pada menit ke 90 ini terjadi penurunan dari pada menit ke 60 sebesar 1,287 %.



Gambar 4.2.2.7 Efisiensi Konsentrasi Mn Total untuk semua ketinggian

4.2.2.1 Analisa Fe menggunakan uji statistik

Dari hasil uji statistik untuk kandungan Mn didapat nilai :

Jumlah kuadrat antar group (JK_A) : 1839,233

Derajat kebebasan antar group (dk_A) : 5

Kuadrat Rerata Antar group (KR_A) : 367,847

Jumlah Kuadrat Dalam antar group (JK_D) : 19,66

Derajat Kebebasan Dalam antar group (dk_D) : 18

Kuadrat Rerata Dalam antar group (KR_D) : 1,092

F_{hitung} : 336,86

F_{Tabel} : 2,77

(Perhitungan dapat dilihat pada lampiran 1)

Dari hasil pengujian ternyata F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} atau $336.96 > 2.77$, maka H_0 dan H_a diterima artinya ada perbedaan efisiensi yang signifikan antara hasil penyaringan pada filter dengan ketebalan media karbon aktif 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm dan 100 cm berdasarkan lama pengaliran air baku dalam menurunkan kadar Mn total.

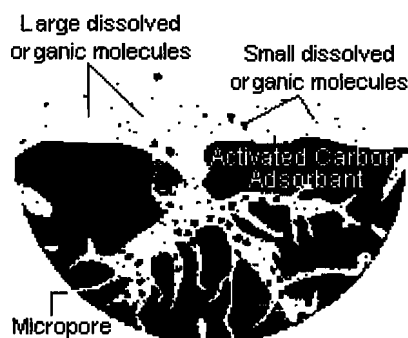
4.3. Mekanisme adsorpsi dalam karbon aktif

Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa karbon aktif dapat menurunkan kandungan Fe dan Mn dalam air tanah. Untuk meminimalkan kandungan Fe dan Mn dalam air tanah, parameter yang berpengaruh pada proses adsorpsi adalah ketebalan karbon aktif yang digunakan dalam proses penyaringan dan waktu pengambilan hasil proses filtrasi. Pada percobaan ini ketebalan karbon aktif yang digunakan adalah 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm, 100 cm. Sedangkan waktu untuk pengambilan hasil proses filtrasi adalah 0 mnt, 30 mnt, 60 mnt dan 90 mnt.

Pada gambar 4.2.1.7 dan 4.2.2.7 menunjukkan bahwa efisiensi penurunan kandungan Fe dan Mn dalam air tanah semakin berkurang seiring dengan semakin lamanya waktu operasi proses filtrasi. Hal ini disebabkan karena kemampuan karbon aktif untuk mengadsorb kandungan Fe dan Mn semakin lama makin berkurang. Berkurangnya kemampuan karbon aktif disebabkan karena pori-

pori pada permukaan karbon aktif yang semula kosong telah terisi oleh molekul Fe dan Mn yang diserapnya.

Semakin tinggi efisiensi filter seiring dengan semakin tebalnya karbon aktif yang digunakan, semakin tebal karbon aktif yang digunakan semakin baik pula proses filtrasi tersebut. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi filter semakin banyak pula karbon aktif yang digunakan sehingga semakin luas pula permukaan karbon itu sendiri dan semakin banyak pori-pori yang ada untuk proses penyerapan. Selain itu semakin tinggi filter semakin besar jarak yang ditempuh sehingga semakin lama waktu yang diperlukan untuk kontak antara air dan karbon sehingga dapat meningkatkan proses adsorpsi.



Gambar 4.3.1 Proses adsorpsi pada karbon aktif
(Sumber : Anonim, 2005)

Mekanisme terjadinya penyerapan pada karbon aktif yaitu molekul Fe atau Mn yang terlarut didalam air akan terjebak didalam pori-pori karbon aktif sehingga tidak dapat keluar dan menempel pada dinding pori sehingga akan tersimpan didalamnya. Pori-pori yang semula kosong lama-kelamaan akan penuh terisi ataupun tersumbat oleh molekul tadi sehingga karbon tidak mampu untuk menyerap lagi. Keadaan ini disebut keadaan jenuh dimana karbon aktif tidak mampu lagi untuk menyerap molekul terlarut karena semua pori sudah tertutup oleh molckul yang telah diserapnya. Agar karbon aktif dapat berfungsi lagi perlu

dilakukan pencucian untuk menghilangkan molekul-molekul yang menempel. pada percobaan keadaan jenuh dari karbon aktif belum dapat diketahui karena kurang lamanya waktu pengambilan hasil proses filtrasi, sehingga tidak dapat diketahui pada menit ke berapa filter karbon aktif tidak berfungsi lagi atau dlm keadaan jenuh.

Dari hasil pengujian yang ditunjukkan pada gambar 4.2.1.7 efisiensi penurunan kandungan Fe yang paling tinggi terjadi pada filter dengan ketinggian 100 cm dan pada pengambilan sampel pada menit ke 60 yaitu sebesar 93,052 % dan efisiensi penurunan kandungan Fe paling kecil terjadi pada ketinggian filter 50 cm dan pengambilan sampel pada menit ke 30 yaitu sebesar 59,119 %. Sedangkan untuk pengujian kandungan Mn dapat dilihat pada gambar 4.2.2.7 efisiensi penurunan kandungan Mn terbesar terjadi pada filter dengan ketinggian 100 cm dan pada pengambilan sampel pada menit ke 0 yaitu sebesar 89,711 % sedangkan efisiensi penurunan kandungan Mn paling kecil terjadi pada ketinggian filter 50 cm dan pengambilan sampel pada menit ke 90 yaitu sebesar 62,814 %.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisis yang dilakukan, dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Efisiensi penyaringan Fe dan Mn dalam air tanah dengan menggunakan karbon aktif meningkat seiring dengan tingginya alat filtrasi yang digunakan dengan kata lain semakin tinggi filter semakin banyak dosis karbon aktif yang digunakan. Prosentase efisiensi paling tinggi terjadi pada ketinggian filter 100 cm, dengan penurunan Fe terbesar 93,052 % untuk waktu lama operasi 60 menit dan untuk Mn sebesar 89,71 % untuk lama operasi 0 menit.
2. Kemampuan filter untuk meremoval Fe dan Mn semakin baik seiring dengan semakin tebalnya filter yang digunakan.

5.2 Saran

1. Dari hasil penelitian ini diharapkan muncul ide-ide baru untuk melakukan penelitian menggunakan karbon aktif dengan variabel yang berbeda, misalnya variasi diameter media karbon aktif, variasi diameter filter, variasi bentuk karbon serbuk dan granular sehingga dapat melengkapi penelitian-penelitian yang sudah dilakukan.

2. Hasil penelitian ini dapat dipergunakan sebagai salah satu alternatif pengolahan air tanah untuk menurunkan kandungan Fe dan Mn.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts G, Sri S S, 1984 "Metode penelitian air" Usaha nasional Surabaya-Indonesia.
- Anonim, 2005, www.cyber-nook.com
- Anonim, 2005, www.doultonusa.com
- Anonim, 1998/1999 "Arang Aktif Dari Tempurung Kelapa" Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, www.pdi.lipi.go.id
- Agung S, 1999 "Siklus air" PPPGT/VEDC Malang, www.voctech.org.bn.htm
- Azwar A, 1995 "Pengantar ilmu kesehatan", Mutiara sumber widya
- Hg. Pohan, Christiana S, Rianti W, *Pengaruh Suhu Dan Konsentrasi Natrium Hidroksida Pada Pembuatan Karbon Aktif Dari Sekam Padi*, Jakarta; Balai Pengembangan Khemurgi Dan Aneka Industri Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian (BBIHP) www.dprin.go.id.htm
- Istiqomah I, 2002 "Penurunan kadar amonia pada air leachate dengan karbon aktif di TPA Kodya Dati II Pekalongan" STTL, YLH, Yogyakarta.
- KRT Tjokrokusumo, 1995 "Pengantar Konsep teknologi bersih khusus pengelolaan dan pengolahan air bersih" STTL YLH.
- Meilita T S, Tuti S S, 2003 "Arang aktif (pengenalan dan proses pembuatannya)" Jurusan teknik industri, Fakultas teknik, Universitas sumatera utara, www.library.usu.ac.id

- Qasim S R, Mothley E M, Zhu G, 2000 "*Water work engineering planning, design & operation*", Prentice hall. Ptr.
- Rimbawan H J, 2004, "*Kandungan logam berat Fe, Cu, dan Cd dalam sample sediment dan kangkung di perairan Sungai Semenanjung Muria*", Jurusan Ilmu Kimia, Fakultas MIPA, UII, Yogyakarta
- Reynold, T.D., 1982 "*Unit operation and process in environmental engineering*", Wods worth Inc, A&M university texas.
- Santotris M, 2004 "*Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan pengaktif terhadap sifat dan kualitas arang aktif dari buah tusam (Pinus merkusii)*", Jurusan Teknologi hasil hutan, Fakultas kehutanan, UGM
- Sidharta, 1997 "*Rekayasa lingkungan*" Gunadarma.
- Siragih A, 2000 "*pengaruh ketebalan media filter karbon aktif terhadap penurunan kadar fenol limbah cair farmasi rumah sakit*" STTL, YLH, Yogyakarta
- Soemarto, 1995 "*Hidrologi teknik*" Erlangga
- Soemarwoto O, 1984 "*Pencemaran air dan pemanfaatan limbah industri*" Rajawali Pers
- Sutrisno T, Suciastuti E, 1991 "*Teknologi penyediaan air bersih*" Rineka cipta.
- Tebbutt B, 1990. "*Principles Of Water Quality Control*" Karlsruhe FR Germani
- Tim NAD hakli pusat, 2005, www.hakli.or.id
- Wahjono H D, Idaman S N, Indriatmoko H R. Herlambang A, Satmoko Y, 1999 "*Teknologi pengolahan air*" BPPT .

PERHITUNGAN UJI STATISTIK (ANOVA)

LAMPIRAN I

Uji kandungan Fe

➤ Jumlah kuadrat antar group (JK_A)

$$\begin{aligned} JK_A &= \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N} \\ &= \left[\frac{(245.03)^2}{4} + \frac{(271.87)^2}{4} + \frac{(279.07)^2}{4} + \frac{(295.67)^2}{4} + \frac{(329.05)^2}{4} + \frac{(368.96)^2}{4} \right] - \frac{(1789.64)^2}{24} \\ &= 135912.915 - 133450.025 \\ &= 2462.890 \end{aligned}$$

➤ Derajat kebebasan antar group (dk_A)

$$\begin{aligned} dk_A &= A - 1 \\ &= 6 - 1 \\ &= 5 \end{aligned}$$

➤ Kuadrat Rerata Antar group (KR_A)

$$\begin{aligned} KR_A &= \frac{JK_A}{dk_A} \\ &= \frac{2462.890}{5} \\ &= 492.578 \end{aligned}$$

➤ Jumlah Kuadrat Dalam antar group (JK_D)

$$\begin{aligned} JK_D &= \sum X_T^2 - \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} \\ &= (15031.66 + 18491.48 + 19476.74 + 21872.77 + 27071.10 + 34034.79) - \\ &\quad \left[\frac{(245.035)^2}{4} + \frac{(271.48)^2}{4} + \frac{(279.07)^2}{4} + \frac{(295.677)^2}{4} + \frac{(329.05)^2}{4} + \frac{(368.96)^2}{4} \right] \\ &= 135978.54 - 135912.915 \\ &= 65.627 \end{aligned}$$

➤ **Derajat Kebebasan Dalam antar group (dk_D)**

$$\begin{aligned} dk_D &= N - A \\ &= 24 - 6 \\ &= 18 \end{aligned}$$

➤ **Kuadrat Rerata Dalam antar group (KR_D)**

$$\begin{aligned} KR_D &= \frac{JK_D}{dk_D} \\ &= \frac{65.627}{18} \\ &= 3.64 \end{aligned}$$

➤ **Nilai F_{hitung}**

$$\begin{aligned} F_{hitung} &= \frac{KR_A}{KR_D} \\ &= \frac{492.578}{3.64} \\ &= 135.32 \end{aligned}$$

➤ **Kaidah Pengujian**

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

$F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

➤ **F_{tabel}**

$$F_{tabel} = F_{(1-\alpha)(dk_A, dk_D)}$$

$$F_{tabel} = F_{(1-0,05)(5,18)}$$

$$F_{tabel} = F_{(0,95)(5,18)}$$

$$F_{tabel} = 2.77$$

➤ **Perbandingan antara F_{hitung} dengan F_{tabel}**

Setelah dibandingkan ternyata didapat $F_{hitung} > F_{tabel}$ atau $135.32 > 2.77$, maka tolak H_0 artinya signifikan.

Tabel Ringkasan Anava Satu Jalur

Sumber Variansi (SV)	derajat kebebasan (dk)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Rerata (KR)	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar group (A)	5	2462.890	492.578	135.32	2.77
Dalam group (D)	18	65.627	3.64	Keterangan : 135.32 > 2.77, signifikan	
Total	23	2528.517			

➤ **Kesimpulan**

Ternyata F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} atau $135.32 > 2.77$, maka H_0 dan H_a diterima artinya ada perbedaan efisiensi yang signifikan antara hasil penyaringan pada filter dengan ketebalan media karbon aktif 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm dan 100 cm berdasarkan lama pengaliran air baku dalam menurunkan kadar Fe total.

Uji kandungan Mn

➤ Jumlah kuadrat antar group (JK_A)

$$\begin{aligned} JK_A &= \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} - \frac{(\sum X_T)^2}{N} \\ &= \left[\frac{(256.28)^2}{4} + \frac{(268.09)^2}{4} + \frac{(287.99)^2}{4} + \frac{(310.97)^2}{4} + \frac{(336.66)^2}{4} + \frac{(353.38)^2}{4} \right] - \frac{(1813.36)^2}{24} \\ &= 1388508214 - 137011.588 \\ &= 1839.233 \end{aligned}$$

➤ Derajat kebebasan antar group (dk_A)

$$\begin{aligned} dk_A &= A - 1 \\ &= 6 - 1 \\ &= 5 \end{aligned}$$

➤ Kuadrat Rerata Antar group (KR_A)

$$\begin{aligned} KR_A &= \frac{JK_A}{dk_A} \\ &= \frac{1839.233}{5} \\ &= 367.847 \end{aligned}$$

➤ Jumlah Kuadrat Dalam antar group (JK_D)

$$\begin{aligned} JK_D &= \sum X_T^2 - \sum \frac{(\sum X_{Ai})^2}{n_{Ai}} \\ &= (16423.40 + 17971.40 + 20735.16 + 24178.95 + 28337.70 + 31223.87) - \\ &\quad \left[\frac{(256.28)^2}{4} + \frac{(268.09)^2}{4} + \frac{(287.99)^2}{4} + \frac{(310.97)^2}{4} + \frac{(336.66)^2}{4} + \frac{(353.38)^2}{4} \right] \\ &= 13887048 - 138850.821 \\ &= 19.66 \end{aligned}$$

➤ **Derajat Kebebasan Dalam antar group (dk_D)**

$$\begin{aligned} dk_D &= N - A \\ &= 24 - 6 \\ &= 18 \end{aligned}$$

➤ **Kuadrat Rerata Dalam antar group (KR_D)**

$$\begin{aligned} KR_D &= \frac{JK_D}{dk_D} \\ &= \frac{19.66}{18} \\ &= 1.092 \end{aligned}$$

➤ **Nilai F_{hitung}**

$$\begin{aligned} F_{hitung} &= \frac{KR_A}{KR_D} \\ &= \frac{367.847}{1.092} \\ &= 336.86 \end{aligned}$$

➤ **Kaidah Pengujian**

Jika $F_{hitung} \geq F_{tabel}$, maka tolak H_0 artinya signifikan

$F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka terima H_0 artinya tidak signifikan

➤ **F_{tabel}**

$$F_{tabel} = F_{(1-\alpha)(dkA,dkD)}$$

$$F_{tabel} = F_{(1-0,05)(5,18)}$$

$$F_{tabel} = F_{(0,95)(5,18)}$$

$$F_{tabel} = 2.77$$

➤ **Perbandingan antara F_{hitung} dengan F_{tabel}**

Setelah dibandingkan ternyata didapat $F_{hitung} > F_{tabel}$ atau $336.96 > 2.77$, maka tolak H_0 artinya signifikan.

Tabel Ringkasan Anava Satu Jalur

Sumber Variansi (SV)	derajat kebebasan (dk)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Rerata (KR)	F_{hitung}	F_{tabel}
Antar group (A)	5	1839.233	367.847	336.96	2.77
Dalam group (D)	18	19.66	1.092	Keterangan : 336.96 > 2.77, signifikan	
Total	23	1858.893			

➤ **Kesimpulan**

Ternyata F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} atau $336.96 > 2.77$, maka H_0 dan H_a diterima artinya ada perbedaan efisiensi yang signifikan antara hasil penyaringan pada filter dengan ketebalan media karbon aktif 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm dan 100 cm berdasarkan lama pengaliran air baku dalam menurunkan kadar Mn total.

LAMPIRAN 2
PERHITUNGAN DIMENSI FILTER

1. Diameter dalam filter = 4 inch = 10,3 cm
2. Ketinggian media filter = 50 cm, 60 cm, 70 cm, 80 cm, 90 cm, 100 cm.
3. Kecepatan aliran = 100 ml/ 20 dtk
= 5 ml/ dtk
= 0,005 m/dtk

4. Luas permukaan filter tiap tabung

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot (10,3)^2 \cdot 1 \text{ cm}^2 \\ &= 83,32 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

5. Debit filter

$$\begin{aligned} Q &= v \cdot A \\ &= 0,005 \text{ m/dtk} \cdot 83,32 \text{ cm}^2 \\ &= 0,005 \text{ m/dtk} \cdot 0,008332 \text{ m}^2 \\ &= 4,16 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{dtk} \\ &= 0,0416 \text{ l/dtk} \end{aligned}$$

6. Volume (V) dan waktu detensi (td) tiap tabung filter

- Untuk h : 50 cm

$$\begin{aligned} V_{50} &= A \cdot h \\ &= 83,32 \text{ cm}^2 \cdot 50 \text{ cm} \\ &= 4166 \text{ cm}^3 \\ &= 4,166 \text{ liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} td_{50} &= \frac{V}{Q} \\ &= \frac{4,166 \text{ liter}}{0,0416 \text{ liter/s}} \\ &= 100,14 \text{ s} \approx 1,67 \text{ menit} \end{aligned}$$

- Untuk h : 60 cm

$$\begin{aligned}
 V_{60} &= A.h \\
 &= 83,32 \text{ cm}^2 \cdot 60 \text{ cm} \\
 &= 4999,2 \text{ cm}^3 \\
 &= 4,9992 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 td_{60} &= \frac{V}{Q} \\
 &= \frac{4,9992 \text{ liter}}{0,0416 \text{ liter/s}} \\
 &= 120,2 \text{ s} \approx 2 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

- Untuk h : 70 cm

$$\begin{aligned}
 V_{70} &= A.h \\
 &= 83,32 \text{ cm}^2 \cdot 70 \text{ cm} \\
 &= 5832,4 \text{ cm}^3 \\
 &= 5,8324 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 td_{70} &= \frac{V}{Q} \\
 &= \frac{5,8324 \text{ liter}}{0,0416 \text{ liter/s}} \\
 &= 140,2 \text{ s} \approx 2,3 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

- Untuk h : 80 cm

$$\begin{aligned}
 V_{80} &= A.h \\
 &= 83,32 \text{ cm}^2 \cdot 80 \text{ cm} \\
 &= 6665,6 \text{ cm}^3 \\
 &= 6,6656 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 td_{80} &= \frac{V}{Q} \\
 &= \frac{6,6656 \text{ liter}}{0,0416 \text{ liter/s}} \\
 &= 160 \text{ s} \approx 2,6 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

- Untuk h : 90 cm

$$\begin{aligned}
 V_{90} &= A.h \\
 &= 83,32 \text{ cm}^2 \cdot 90 \text{ cm} \\
 &= 7498,8 \text{ cm}^3 \\
 &= 7,4988 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 td_{90} &= \frac{V}{Q} \\
 &= \frac{7,4988 \text{ liter}}{0,0416 \text{ liter/s}} \\
 &= 180 \text{ s} \approx 3 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

• Untuk h : 100 cm

$$V_{100} = Ah$$

$$= 83,32 \text{ cm}^2 \cdot 100 \text{ cm}$$

$$= 8332 \text{ cm}^3$$

$$= 8,332 \text{ liter}$$

$$t_{d100} = \frac{\bar{Q}}{V}$$

$$= \frac{8,332 \text{ liter}}{0,0416 \text{ liter/s}}$$

$$= 200 \text{ s} \approx 3,3 \text{ menit}$$

LAMPIRAN 3

PERHITUNGAN EFISIENSI PENURUNAN BESI TOTAL DAN MANGAN PADA FILTER KARBON AKTIF BERDASARKAN VARIASI KETEBALAN DAN LAMA WAKTU PENGOPERASIAN

$$\text{Efisiensi (E)} = \frac{\text{Kadar awal} - \text{Kadar akhir}}{\text{Kadar awal}} \times 100\%$$

1. Perhitungan efisiensi untuk Fe total

a. Ketebalan 50 cm

- Waktu operasi 0 menit

$$\frac{0,965 \text{ Mg/L} - 0,339 \text{ Mg/L}}{0,965 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 64,870\%$$

- Waktu operasi 30 menit

$$\frac{0,965 \text{ Mg/L} - 0,395 \text{ Mg/L}}{0,965 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 59,119\%$$

- Waktu operasi 60 menit

$$\frac{0,965 \text{ Mg/L} - 0,368 \text{ Mg/L}}{0,965 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 61,865\%$$

- Waktu operasi 90 menit

$$\frac{0,965 \text{ Mg/L} - 0,394 \text{ Mg/L}}{0,965 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 59,171\%$$

b. Ketebalan 60 cm

- Waktu operasi 0 menit

$$\frac{0,965 \text{ Mg/L} - 0,292 \text{ Mg/L}}{0,965 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 69,741\%$$

- Waktu operasi 30 menit

$$\frac{0,965 \text{ Mg/L} - 0,339 \text{ Mg/L}}{0,965 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 64,870\%$$

- Waktu operasi 60 menit

$$\frac{0,965 \text{ Mg/L} - 0,306 \text{ Mg/L}}{0,965 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 68,290\%$$

- Waktu operasi 90 menit

$$\frac{0,965 \text{ Mg/L} - 0,300 \text{ Mg/L}}{0,965 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 68,964\%$$

c. Ketebalan 70 cm

- Waktu operasi 0 menit

$$\frac{0,555 \text{ Mg/L} - 0,158 \text{ Mg/L}}{0,555 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 71,506\%$$

- Waktu operasi 30 menit

$$\frac{0,555 \text{ Mg/L} - 0,178 \text{ Mg/L}}{0,555 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 67,989\%$$

- Waktu operasi 60 menit

$$\frac{0,555 \text{ Mg/L} - 0,165 \text{ Mg/L}}{0,555 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 70,243\%$$

- Waktu operasi 90 menit

$$\frac{0,555 \text{ Mg/L} - 0,170 \text{ Mg/L}}{0,555 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 69,342\%$$

d. Ketebalan 80 cm

- Waktu operasi 0 menit

$$\frac{0,555 \text{ Mg/L} - 0,133 \text{ Mg/L}}{0,555 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 76,014\%$$

- Waktu operasi 30 menit

$$\frac{0,555 \text{ Mg/L} - 0,149 \text{ Mg/L}}{0,555 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 73,129\%$$

- Waktu operasi 60 menit

$$\frac{0,555 \text{ Mg/L} - 0,135 \text{ Mg/L}}{0,555 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 75,654\%$$

- Waktu operasi 90 menit

$$\frac{0,555 \text{ Mg/L} - 0,162 \text{ Mg/L}}{0,555 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 70,875\%$$

e. Ketebalan 90 cm

- Waktu operasi 0 menit

$$\frac{0,677 \text{ Mg/L} - 0,127 \text{ Mg/L}}{0,667 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 81,227\%$$

- Waktu operasi 30 menit

$$\frac{0,677 \text{ Mg/L} - 0,118 \text{ Mg/L}}{0,667 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 82,557\%$$

- Waktu operasi 60 menit

$$\frac{0,677 \text{ Mg/L} - 0,124 \text{ Mg/L}}{0,667 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 81,670\%$$

- Waktu operasi 90 menit

$$\frac{0,677 \text{ Mg/L} - 0,111 \text{ Mg/L}}{0,667 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 83,592\%$$

f. Ketebalan 100 cm

- Waktu operasi 0 menit

$$\frac{0,677 \text{ Mg/L} - 0,056 \text{ Mg/L}}{0,667 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 91,722\%$$

- Waktu operasi 30 menit

$$\frac{0,677 \text{ Mg/L} - 0,048 \text{ Mg/L}}{0,667 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 92,905\%$$

- Waktu operasi 60 menit

$$\frac{0,677 \text{ Mg/L} - 0,047 \text{ Mg/L}}{0,667 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 93,052\%$$

- Waktu operasi 90 menit

$$\frac{0,677 \text{ Mg/L} - 0,037 \text{ Mg/L}}{0,667 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 91,279\%$$

2. Perhitungan efisiensi untuk Mn

a. Ketebalan 50 cm

- Waktu operasi 0 menit

$$\frac{0,199 \text{ Mg/L} - 0,069 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 65,327\%$$

- Waktu operasi 30 menit

$$\frac{0,199 \text{ Mg/L} - 0,071 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 64,322\%$$

- Waktu operasi 60 menit

$$\frac{0,199 \text{ Mg/L} - 0,072 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 63,819\%$$

- Waktu operasi 90 menit

$$\frac{0,199 \text{ Mg/L} - 0,074 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 62,814\%$$

b. Ketebalan 60 cm

- Waktu operasi 0 menit

$$\frac{0,199 \text{ Mg/L} - 0,063 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 68,342\%$$

- Waktu operasi 30 menit

$$\frac{0,199 \text{ Mg/L} - 0,065 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 67,337\%$$

- Waktu operasi 60 menit

$$\frac{0,199 \text{ Mg/L} - 0,067 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 66,332\%$$

- Waktu operasi 90 menit

$$\frac{0,199 \text{ Mg/L} - 0,068 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 66,080\%$$

c. Ketebalan 70 cm

- Waktu operasi 0 menit

$$\frac{0,192 \text{ Mg/L} - 0,053 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 72,585\%$$

- Waktu operasi 30 menit

$$\frac{0,192 \text{ Mg/L} - 0,054 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 72,063\%$$

- Waktu operasi 60 menit

$$\frac{0,192 \text{ Mg/L} - 0,054 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 71,802\%$$

- Waktu operasi 90 menit

$$\frac{0,192 \text{ Mg/L} - 0,055 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 71,540\%$$

d. Ketebalan 80 cm

- Waktu operasi 0 menit

$$\frac{0,192 \text{ Mg/L} - 0,044 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 77,023\%$$

- Waktu operasi 30 menit

$$\frac{0,192 \text{ Mg/L} - 0,040 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 79,373\%$$

- Waktu operasi 60 menit

$$\frac{0,192 \text{ Mg/L} - 0,043 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 77,807\%$$

- Waktu operasi 90 menit

$$\frac{0,192 \text{ Mg/L} - 0,045 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 76,762\%$$

e. Ketebalan 90 cm

- Waktu operasi 0 menit

$$\frac{0,156 \text{ Mg/L} - 0,025 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 83,923\%$$

- Waktu operasi 30 menit

$$\frac{0,156 \text{ Mg/L} - 0,025 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 84,244\%$$

- Waktu operasi 60 menit

$$\frac{0,156 \text{ Mg/L} - 0,023 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 85,531\%$$

- Waktu operasi 90 menit

$$\frac{0,156 \text{ Mg/L} - 0,025 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 82,958\%$$

f. Ketebalan 100 cm

- Waktu operasi 0 menit

$$\frac{0,156 \text{ Mg/L} - 0,016 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 89,711\%$$

- Waktu operasi 30 menit

$$\frac{0,156 \text{ Mg/L} - 0,021 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 86,817\%$$

- Waktu operasi 60 menit

$$\frac{0,156 \text{ Mg/L} - 0,017 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 89,068\%$$

- Waktu operasi 90 menit

$$\frac{0,156 \text{ Mg/L} - 0,019 \text{ Mg/L}}{0,178 \text{ Mg/L}} \times 100\% \\ = 87,781\%$$

LAMPIRAN 4

HASIL PENGUJIAN KANDUNGAN FE DAN MN PADA TIAP KETINGGIAN

Hasil pengujian kandungan Fe dan Mn pada ketinggian karbon aktif 50 cm

	Awal	Waktu (menit)			
		0	30	60	90
Kandungan Fe (mg/l)	0,965	0,339	0,395	0,368	0,394
Efisiensi (%)		64,870	59,119	61,865	59,171
Kandungan Mn (mg/l)	0,199	0,069	0,071	0,072	0,074
Efisiensi (%)		65,327	64,322	63,819	62,814

Hasil pengujian kandungan Fe dan Mn pada ketinggian karbon aktif 60 cm

	Awal	Waktu (menit)			
		0	30	60	90
Kandungan Fe (mg/l)	0,965	0,292	0,339	0,306	0,300
Efisiensi (%)		69,741	64,870	68,290	68,964
Kandungan Mn (mg/l)	0,199	0,063	0,065	0,067	0,068
Efisiensi (%)		68,342	67,337	66,332	66,080

Hasil pengujian kandungan Fe dan Mn pada ketinggian karbon aktif 70 cm

	Awal	Waktu (menit)			
		0	30	60	90
Kandungan Fe (mg/l)	0,555	0,158	0,178	0,165	0,170
Efisiensi (%)		71,506	67,989	70,243	69,342
Kandungan Mn (mg/l)	0,192	0,053	0,054	0,054	0,055
Efisiensi (%)		72,585	72,063	71,802	71,540

Hasil pengujian kandungan Fe dan Mn pada ketinggian karbon aktif 80 cm

	Awal	Waktu (menit)			
		0	30	60	90
Kandungan Fe (mg/l)	0,555	0,133	0,149	0,135	0,162
Efisiensi (%)		76,014	73,129	75,654	70,875
Kandungan Mn (mg/l)	0,192	0,044	0,040	0,043	0,045
Efisiensi (%)		77,023	79,373	77,807	76,762

Hasil pengujian kandungan Fe dan Mn pada ketinggian karbon aktif 90 cm

	Awal	Waktu (mnt)			
		0	30	60	90
Kandungan Fe (mg/l)	0,677	0,127	0,118	0,124	0,111
Efisiensi (%)		81,227	82,557	81,670	83,592
Kandungan Mn (mg/l)	0,156	0,025	0,025	0,023	0,027
Efisiensi (%)		83,923	84,244	85,531	82,958

Hasil pengujian kandungan Fe dan Mn pada ketinggian karbon aktif 100 cm.

	Awal	Waktu (menit)			
		0	30	60	90
Kandungan Fe (mg/l)	0,677	0,056	0,048	0,047	0,037
Efisiensi (%)		91,722	92,905	93,052	91,279
Kandungan Mn (mg/l)	0,156	0,016	0,021	0,017	0,019
Efisiensi (%)		89,711	86,817	89,068	87,781

Hasil Analisa Fe Pada Filter Karbon Aktif

No.	Variasi ketebalan media (cm)	Lama operasi (menit)	Pengujian Fe			Efisiensi Penurunan (%)
			I (Mg/L)	II (Mg/L)	Rata-rata (Mg/L)	
1	50	Awal	0.977	0.953	0.965	0.000
2		0	0.318	0.360	0.339	64.870
3		30	0.419	0.403	0.395	59.119
4		60	0.374	0.362	0.368	61.865
5		90	0.392	0.396	0.394	59.171
8	60	Awal	0.977	0.953	0.965	0.000
9		0	0.286	0.298	0.292	69.741
10		30	0.346	0.332	0.339	64.870
11		60	0.318	0.294	0.306	68.290
12		90	0.305	0.294	0.300	68.964
15	70	Awal	0.559	0.550	0.555	0.000
16		0	0.143	0.173	0.158	71.506
17		30	0.173	0.182	0.178	67.989
18		60	0.170	0.160	0.165	70.243
19		90	0.177	0.163	0.170	69.342
22	80	Awal	0.559	0.550	0.555	0.000
23		0	0.137	0.129	0.133	76.014
24		30	0.153	0.145	0.149	73.129
25		60	0.134	0.136	0.135	75.654
26		90	0.155	0.168	0.162	70.875
29	90	Awal	0.684	0.669	0.677	0.000
30		0	0.134	0.120	0.127	81.227
31		30	0.120	0.116	0.118	82.557
32		60	0.118	0.130	0.124	81.670
33		90	0.104	0.118	0.111	83.592
36	100	Awal	0.684	0.669	0.677	0.000
37		0	0.059	0.053	0.056	91.722
38		30	0.046	0.050	0.048	92.905
39		60	0.044	0.050	0.047	93.052
40		90	0.058	0.060	0.059	91.279

Hasil Analisa Mn Pada Filter Karbon Aktif

No.	Variasi ketebalan media (cm)	Lama operasi (menit)	Pengujian			Efisiensi Penurunan (%)
			Fe		Rata-rata (Mg/L)	
	I (Mg/L)	II (Mg/L)				
1	50	Awal	0.166	0.232	0.199	0.000
2		0	0.085	0.053	0.069	65.327
3		30	0.068	0.074	0.071	64.322
4		60	0.078	0.066	0.072	63.819
5		90	0.079	0.069	0.074	62.814
8	60	Awal	0.166	0.232	0.199	0.000
9		0	0.062	0.064	0.063	68.342
10		30	0.059	0.071	0.065	67.337
11		60	0.063	0.071	0.067	66.332
12		90	0.070	0.065	0.068	66.080
15	70	Awal	0.196	0.187	0.192	0.000
16		0	0.048	0.057	0.053	72.585
17		30	0.059	0.048	0.054	72.063
18		60	0.050	0.058	0.054	71.802
19		90	0.049	0.060	0.055	71.540
22	80	Awal	0.196	0.187	0.192	0.000
23		0	0.040	0.048	0.044	77.023
24		30	0.042	0.037	0.040	79.373
25		60	0.042	0.043	0.043	77.807
26		90	0.049	0.040	0.045	76.762
29	90	Awal	0.175	0.136	0.156	0.000
30		0	0.027	0.023	0.025	83.923
31		30	0.028	0.021	0.025	84.244
32		60	0.028	0.017	0.023	85.531
33		90	0.021	0.032	0.027	82.958
36	100	Awal	0.175	0.136	0.156	0.000
37		0	0.014	0.018	0.016	89.711
38		30	0.022	0.019	0.021	86.817
39		60	0.020	0.014	0.017	89.068
40		90	0.017	0.021	0.019	87.781

LAMPIRAN 5

KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA NOMOR 907/MENKES/SK/VII/2002 TENTANG SYARAT-SYARAT DAN PENGAWASAN KUALITAS AIR MINUM

MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA

- Menimbang:**
- a. bahwa dalam rangka meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, perlu dilaksanakan berbagai upaya kesehatan termasuk pengawasan kualitas air minum yang dikonsumsi oleh masyarakat;
 - b. bahwa agar air minum yang dikonsumsi masyarakat tidak menimbulkan gangguan kesehatan perlu menetapkan persyaratan kesehatan kualitas air minum;
 - c. bahwa sehubungan dengan huruf a dan b tersebut diatas, perlu ditetapkan Keputusan Menteri Kesehatan tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum;

- Mengingat:**
1. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1984 tentang Wabah Penyakit Menular (Lembaran Negara Tahun 1984 Nomor 20, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3273);
 2. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1992 tentang Perumahan dan Permukiman (Lembaran Negara Tahun 1992 Nomor 23, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3469);
 3. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1992 tentang Kesehatan (Lembaran Negara Tahun 1992 Nomor 100, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3495);
 4. Undang-undang Nomor 8 Tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3821);
 5. Undang-Undang Nomor 22 Tahun 1999 tentang Pemerintahan Daerah (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 60, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3839);
 6. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 1982 Tentang Tata Pengaturan Air (Lembaran Negara Tahun 1982 Nomor 37, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3225);
 7. Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 1999 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1999 Nomor 59, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3838);
 8. Peraturan Pemerintah Nomor 25 Tahun 2000 tentang Kewenangan Pemerintah dan Pemerintah Propinsi sebagai

Daerah Otonom (Lembaran Negara Tahun 2000 Nomor 54, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3952);

9. Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 2001 tentang Pembinaan dan Pengawasan Atas Penyelenggaraan Pemerintah Daerah (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 41, Tambahan Lembaran Negara 4190);
10. Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 153, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4161);
11. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1277/Menkes/SK/XI/2001 tentang Organisasi dan Tata Kerja Departemen Kesehatan;

MEMUTUSKAN:

Menetapkan: **KEPUTUSAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA TENTANG SYARAT-SYARAT DAN PENGAWASAN KUALITAS AIR MINUM.**

BAB I KETENTUAN UMUM

Pasal 1

Dalam Keputusan ini yang dimaksud dengan :

1. Air Minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung di minum.
2. Sampel Air adalah air yang diambil sebagai contoh yang digunakan untuk keperluan pemeriksaan laboratorium.
3. Pengelola Penyediaan Air Minum adalah Badan Usaha yang mengelola air minum untuk keperluan masyarakat.
4. Dinas Kesehatan adalah Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota.

BAB II RUANG LINGKUP DAN PERSYARATAN

- (1) Jenis air minum meliputi :
 - a. Air yang didistribusikan melalui pipa untuk keperluan rumah tangga;
 - b. Air yang didistribusikan melalui tangki air;
 - c. Air kemasan;
 - d. Air yang digunakan untuk produksi bahan makanan dan minuman yang disajikan kepada masyarakat;
harus memenuhi syarat kualitas air minum.

- (2) Persyaratan kualitas air minum sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi persyaratan bakteriologis, kimiawi, radioaktif dan fisik.
- (3) Persyaratan kualitas air minum sebagaimana dimaksud pada ayat (2) tercantum dalam Lampiran I Keputusan ini.

BAB III

PEMBINAAN DAN PENGAWASAN

Pasal 3

Menteri Kesehatan melakukan pembinaan teknis terhadap segala kegiatan yang berhubungan dengan penyelenggaraan persyaratan kualitas air minum.

Pasal 4

- (1) Pengawasan kualitas air minum dilaksanakan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota melalui kegiatan:
 - a. Inspeksi sanitasi dan pengambilan sampel air termasuk air pada sumber air baku, proses produksi, jaringan distribusi, dan air minum isi ulang dan air minum dalam kemasan.
 - b. Pemeriksaan air dilakukan di tempat/di lapangan dan atau di laboratorium.
 - c. Analisis hasil pemeriksaan laboratorium dan pengamatan lapangan.
 - d. Memberi rekomendasi untuk mengatasi masalah yang ditemui dari hasil kegiatan a, b, c yang ditujukan kepada pengelola penyediaan air minum.
 - e. Tindak lanjut upaya penanggulangan/perbaikan dilakukan oleh pengelola penyediaan air minum.
 - f. Penyuluhan kepada masyarakat.
- (2) Hasil pengawasan sebagaimana dimaksud ayat (1) wajib dilaporkan secara berkala oleh Kepala Dinas kepada Bupati/Wali Kota.
- (3) Tata cara penyelenggara pengawasan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dan ayat (2) sebagaimana tercantum pada Lampiran II Keputusan ini.

Pasal 5

- (1) Dalam pelaksanaan pengawasan kualitas air minum, Dinas Kesehatan Kabupaten/Kota dapat menentukan parameter kualitas air yang akan diperiksa, sesuai dengan kebutuhan dan kondisi daerah tangkapan air, instalasi pengolahan air dan jaringan perpipaan.
- (2) Pemilihan parameter sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan setelah dilakukan pemeriksaan kondisi awal kualitas air minum dengan mengacu pada Lampiran II Keputusan ini.

Pasal 6

Pemeriksaan sampel air minum dilaksanakan di laboratorium pemeriksaan kualitas air yang ditunjuk oleh Pemerintah Kabupaten/Kota.

Pasal 7

- (1) Dalam keadaan khusus/darurat dibawah pengawasan Pemerintah Kabupaten/Kota, apabila terjadi penyimpangan dari syarat-syarat kualitas air minum yang ditetapkan dibolehkan sepanjang tidak membahayakan kesehatan.
- (2) Keadaan khusus/darurat sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yaitu suatu kondisi yang tidak seperti keadaan biasanya, dimana telah terjadi sesuatu diluar keadaan normal misalnya banjir, gempa bumi, kekeringan dan sejenisnya.

Pasal 8

Pemerintah Kabupaten/Kota daiam melakukan pengawasan dapat mengikut sertakan instansi terkait, asosiasi pengelola air minum, lembaga swadaya masyarakat dan organisasi profesi yang terkait.

Pasal 9

- (1) Pengelola penyediaan air minum harus :
 - (a) menjamin air minum yang diproduksinya memenuhi syarat kesehatan, dengan melaksanakan pemeriksaan secara berkala terhadap kualitas air yang diproduksi mulai dari :
 - pemeriksaan instalasi pengolahan air;
 - pemeriksaan pada jaringan pipa distribusi;
 - pemeriksaan pada pipa sambungah ke konsumen;
 - pemeriksaan pada proses isi ulang dan kemasan.
 - (b) melakukan pengamanan terhadap sumber air baku yang dikelolanya dari segala bentuk pencemaran peraturan perundangan yang berlaku.
- (2) Kegiatan pengawasan oleh pengelola sebagaimana di maksuokan pada ayat (1) di laksanakan sesuai pedoman sebagaimana terlampir dalam Lampiran III Keputusan ini.

BAB IV
PEMBIAYAAN
Pasal 10

Pembiayaan pemeriksaan sampel air minum sebagaimana dimaksudkan dalam Keputusan ini dibebankan kepada pihak pengelola air minum, pemerintah maupun swasta dan masyarakat, sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

BAB V
SANKSI
Pasal 11

Setiap Pengelola Penyediaan Air Minum yang melakukan perbuatan yang bertentangan dengan ketentuan-ketentuan dalam Keputusan ini yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan masyarakat dan merugikan kepentingan umum dapat dikenakan sanksi administratif dan/ atau sanksi pidana berdasarkan peraturan yang berlaku.

BAB VI
KETENTUAN PERALIHAN
Pasal 12

Semua pengelola Penyediaan Air Minum yang telah ada harus menyesuaikan dengan ketentuan yang diatur dalam Keputusan ini selambat-lambatnya dalam waktu 2 (dua) tahun setelah ditetapkannya Keputusan ini.

Pasal 13

Ketentuan pelaksanaan Keputusan Menteri Kesehatan ini, ditetapkan lebih lanjut dengan Peraturan Daerah.

BAB VII
KETENTUAN PENUTUP
Pasal 14

Dengan ditetapkannya Keputusan ini, maka Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/MENKES/Per/IX/1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air, sepanjang menyangkut air minum dinyatakan tidak berlaku lagi.

Pasal 15

Keputusan ini berlaku sejak ditetapkan.

Ditetapkan di J A K A R T A
Pada Tanggal 29 Juli 2002
MENTERI KESEHATAN RI,

ttd.

Dr. ACHMAD SUJUDI

Lampiran I
**KEPUTUSAN MENTERI
 KESEHATAN RI**
 Nomor : 907/MENKES/SK/VII/2002
 Tanggal : 29 Juli 2002

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM

1. BAKTERIOLOGIS

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
a. Air Minum			
<i>E.Coli</i> atau <i>fecal coli</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0	
b. Air yang masuk sistem distribusi			
<i>E.Coli</i> atau <i>fecal coli</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0	
Total Bakteri Coliform	Jumlah per 100 ml sampel	0	
c. Air pada sistem distribusi			
<i>E.Coli</i> atau <i>fecal coli</i>	Jumlah per 100 ml sampel	0	
Total Bakteri Coliform	Jumlah per 100 ml sampel	0	

2. KIMIAWI

2.1. Bahan kimia yang memiliki pengaruh langsung pada kesehatan.

A. Bahan Anorganik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Antimon	(mg/liter)	0.005	
Air Raksa	(mg/liter)	0.001	
Arsenic	(mg/liter)	0.01	
Barium	(mg/liter)	0.7	
Boron	(mg/liter)	0,3	
Kadmium	(mg/liter)	0,003	
Kromium (Valensi 6)	(mg/liter)	0,05	
Tembaga	(mg/liter)	2	
Sianida	(mg/liter)	0.07	
Fluorida	(mg/liter)	1,5	
Timbal	(mg/liter)	0.01	
Molybdenum	(mg/liter)	0.07	
Nikel	(mg/liter)	0.02	
Nitrat(sebagai N03)	(mg/liter)	50	
Nitrit(sebagai NO 2)	(mg/liter)	3	
Selenium	(mg/liter)	0.01	

B. Bahan Organik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
<i>Chlorinated alkanes</i>			
Carbon tetrachloride	(µg/liter)	2	
Dichloromethane	(µg/liter)	20	
1,2-dichloroethane	(µg/liter)	30	
1,1,1-trichloroethane	(µg/liter)	2000	
<i>Chlorinated ethenes</i>			
Vinyl chloride	(µg/liter)	5	
1,1-dichloroethene	(µg/liter)	30	
1,2-dichloroethene	(µg/liter)	50	
Trichloroethene	(µg/liter)	70	
Tetrachloroethene	(µg/liter)	40	
<i>Aromatic hydrocarbons</i>			
Benzene	(µg/liter)	10	
Toluene	(µg/liter)	700	
Xylenes	(µg/liter)	500	
Benzo[a]pyrene	(µg/liter)	0,7	
<i>Chlorinated benzenes</i>			
Monochlorobenzene	(µg/liter)	300	
1,2-dichlorobenzene	(µg/liter)	1000	
1,4-dichlorobenzene	(µg/liter)	300	
Trichlorobenzenes (total)	(µg/liter)	20	
<i>Lain-lain</i>			
Di(2-ethyl hexyl)adipate	(µg/liter)	80	
Di(2-ethylhexyl) phthalate	(µg/liter)	8	
Acrylamide	(µg/liter)	0,5	
Epichlorohydrin	(µg/liter)	0,4	
Hexachlorobutadiene	(µg/liter)	0,6	
Edetic acid (EDTA)	(µg/liter)	200	

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Tributyltin oxide	(µg/liter)	10	

C. Pestisida

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Alachlor	(µg/liter)	20	
Aldicarb	(µg/liter)	10	
Aldrin/dieldrin	(µg/liter)	0,03	
Atrazine	(µg/liter)	2	
Bentazone	(µg/liter)	30	
Carbofuran	(µg/liter)	5	
Chlordane	(µg/liter)	0,2	
Chlorotoluron	(µg/liter)	30	
DDT	(µg/liter)	2	
1,2-dibromo -	(µg/liter)		
3-chloropropane	(µg/liter)	1	
2,4-D	(µg/liter)	30	
1,2-dichloropropane	(µg/liter)	20	
1,3-dichloropropene	(µg/liter)	20	
Heptachlor and	(µg/liter)		
Heptachlor epoxide	(µg/liter)	0,03	
Hexachlorobenzene	(µg/liter)	1	
Isoproturon	(µg/liter)	9	
Lindane	(µg/liter)	2	
MCPA	(µg/liter)	2	
Methoxychlor	(µg/liter)	20	
Metolachlor	(µg/liter)	10	
Molinate	(µg/liter)	6	
Pendimethalin	(µg/liter)	20	
Pentachlorophenol	(µg/liter)	9	

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Permethrin	(µg/liter)	20	
Propanil	(µg/liter)	20	
Pyridate	(µg/liter)	100	
Simazine	(µg/liter)	2	
Trifluralin	(µg/liter)	20	
Chlorophenoxy	(µg/liter)		
<i>Herbicides</i>	(µg/liter)		
<i>selain 2,4D dan MCPA</i>	(µg/liter)		
2,4-DB	(µg/liter)	90	
Dichlorprop	(µg/liter)	100	
Fenoprop	(µg/liter)	9	
Mecoprop	(µg/liter)	10	
2,4,5-T	(µg/liter)	9	

D. Desinfektan dan hasil sampingannya

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Monochloramine	(mg/liter)	3	
Chlorine	(mg/liter)	5	
Bromate	(µg/liter)	25	
Chlorite	(µg/liter)	200	
Chlorophenol	(µg/liter)		
2,4,6-trichlorophenol	(µg/liter)	200	
Formaldehyde	(µg/liter)	900	
Trihalomethanes			
Bromoform	(µg/liter)	100	
Dibromochloromethane	(µg/liter)	100	
Bromodichloromethane	(µg/liter)	60	
Chloroform	(µg/liter)	200	
Chlorinated acetic acids			

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Dichloroacetic acid	(µg/liter)	50	
Trichloroacetic acid	(µg/liter)	100	
Chloral hydrate	(µg/liter)		
(trichloroacetaldehyde)	(µg/liter)	10	
Halogenated acetonitriles			
Dichloroacetonitrile	(µg/liter)	90	
Dibromoacetonitrile	(µg/liter)	100	
Trichloroacetonitrile	(µg/liter)	1	
Cyanogen chloride			
(sebagai CN)	(µg/liter)	70	

2.2 Bahan Kimia yang kemungkinan dapat menimbulkan keluhan pada konsumen

A. Bahan Anorganik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Ammonia	mg/l	1,5	
Alumunium	mg/l	0,2	
Klorida	mg/l	250	
Tembaga	mg/l	1	
Kesadahan	mg/l	500	
Hidrogen Sulfida	mg/l	0.05	
Besi	mg/l	0.3	
Mangan	mg/l	0.1	
pH	-	6,5-8,5	
Sodium	mg/l	200	
Sulfat	mg/l	250	
Total zat padat terlarut	mg/l	1000	
Seng	mg/l	3	

B. Bahan Organik, Desinfektan dan hasil sampingannya

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Organik			
Toluene	(µg/l)	24-170	
Xylene	(µg/l)	20-1800	
Ethylbenzene	(µg/l)	2-200	
Styrene	(µg/l)	4-2600	
Monochlorobenzene	(µg/l)	10-120	
1,2-dichlorobenzene	(µg/l)	1 -10	
1,4-dichlorobenzene	(µg/l)	0,3-30	
Trichloorbenzenes (total)	(µg/l)	5-50	
Deterjen			
	(µg/l)	50	
Desinfektan dan hasil sampingannya			
Chlorine	(µg/l)	600-1000	
2-chlorophenol	(µg/l)	0.1 -10	
2,4-dichlorophenol	(µg/l)	0,3-40	
2,4,6-trichlorophenol	(µg/l)	2-300	

3. RADIOAKTIFITAS

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Gross alpha activity	(Bq/liter)	0,1	
Gross beta activity	(Bq/liter)	1	

4. FISIK

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Parameter Fisik			
Warna	TCU	15	

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Keterangan
1	2	3	4
Rasa dan bau	-	-	tidak berbau dan berasa
Temperatur	°C	Suhu udara $\pm 3^{\circ}\text{C}$	
Kekeruhan	NTU	5	

MENTERI KESEHATAN RI,

ttd.

Dr. ACHMAD SUJUDI

LAMPIRAN 6

PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA NOMOR : 20 TAHUN 1990 TENTANG PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

PRESIDEN REPUBLIK INDONESIA

Menimbang :

- a. bahwa air merupakan sumber daya alam yang memenuhi hajat hidup orang banyak, sehingga perlu dipelihara kualitasnya agar tetap bermanfaat bagi hidup dan kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya.
- b. bahwa agar air dapat bermanfaat secara berkelanjutan dengan tingkat mutu yang diinginkan perlu dilakukan pengendalian pencemaran air.
- c. bahwa sehubungan dengan hal tersebut di atas dipandang perlu menetapkan Peraturan Pemerintah tentang Pengendalian Pencemaran Air.

Mengingat :

1. Pasal 5 ayat (2) Undang-undang Dasar 1945;
2. Undang-undang Nomor 9 Tahun 1960 tentang Pokok-pokok Kesehatan (Lembaran Negara Tahun 1960 Nomor 13), Tambahan Lembaran Negara Nomor 2063).
3. Undang-undang Nomor 2 Tahun 1966 tentang Hygiene (Lembaran Negara Tahun 1966 Nomor, Tambahan Lembaran Negara Nomor 2084).
4. Undang-Undang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan (Lembaran Negara Tahun 1974 Nomor 65, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3046);
5. Undang-undang Nomor 5 Tahun 1974 tentang Pokok-pokok Pemerintah di Daerah (Lembaran Negara Tahun 1974 Nomor 38, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3037).
6. Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1982 Nomor 12, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3215).
7. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1984 tentang Perindustrian (Lembaran Negara Tahun 1984 Nomor 22, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3274).
8. Undang-Undang Nomor 9 Tahun 1985 tentang Perikanan (Lembaran Negara Tahun 19835 Nomor 46, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3299).
9. Peraturan Pemerintah Nopmor 22 Tahun 1982 tentang Tata Pengaturan Air (Lembaran Negara Tahun 1982 Nomor 37, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3235).
10. Peraturan Pemerintah Nomor 29 Tahun 1986 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (Lembaran Negara Tahun 1986 Nomor 42, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3338).

MEMUTUSKAN :

Menetapkan :

PERATURAN PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA TENTANG PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR.

BAB I KETENTUAN UMUM

Pasal 1

Dalam Peraturan Pemerintah ini yang dimaksud dengan :

1. Air adalah semua air yang terdapat di dalam dan atau berasal dari sumber air, dan terdapat diatas permukaan tanah, tidak termasuk dalam pengertian ini adalah air yang terdapat di bawah permukaan tanah dan air laut;
2. Pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya;
3. Pengendalian adalah upaya pencegahan dan atau penanggulangan dan atau pemulihan;
4. Baku mutu air adalah batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang adanya dalam air pada sumber air tertentu sesuai dengan peruntukannya;
5. Beban pencemaran adalah jumlah suatu parameter pencemaran yang terkandung dalam sejumlah air atau limbah;
6. Daya tampung beban pencemaran adalah kemampuan air pada sumber air menerima beban pencemaran limbah tanpa mengakibatkan turunnya kualitas air sehingga melewati baku mutu air yang ditetapkan sesuai dengan peruntukannya;
7. Buku mutu limbah cair adalah batas kadar dan jumlah unsur pencemaran yang ditenggang adanya dalam limbah cair untuk dibuang dari suatu jenis kegiatan tertentu;
8. Menteri adalah Menteri yang ditugasi mengelola lingkungan hidup.

BAB II INVENTARISARI KUALITAS DAN KUANTITAS AIR

Pasal 2

Gubernur menunjuk instansi teknis di daerah untuk melakukan inventarisasi kualitas dan kuantitas air untuk kepentingan pengendalian pencemaran air.

Pasal 3

1. Gubernur Kepala Daerah Tingkat I, menetapkan prioritas pelaksanaan inventarisasi kualitas dan kuantitas air.
2. Apabila sumber air berada atau mengalir melalui atau merupakan batas dari dua atau lebih Propinsi Daerah Tingkat I, prioritas sebagaimana dimaksud

dalam ayat (1) ditetapkan oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I di bawah koordinasi Menteri.

Pasal 4

1. Data Kualitas dan kuantitas air disusun dan didokumentasikan pada instansi teknis yang bertanggung jawab, di bidang pengelolaan lingkungan hidup di daerah.
2. Data kualitas dan kuantitas air sebagaimana di maksud dalam ayat (1) diolah oleh instansi teknis yang bersangkutan dan laporannya disampaikan kepada Menteri dan Gubernur Kepala Daerah Tingkat I yang bersangkutan, sekurang-kurangnya sekali dalam setahun.

Pasal 5

1. Gubernur Kepala Daerah Tingkat I mengidentifikasi sumber-sumber pencemaran air.
2. Berdasarkan hasil indentifikasi sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), Gubernur Kepala Daerah Tingkat I yang bersangkutan menetapkan tindak lanjut pengendaliannya.

Pasal 6

Dalam kualitas dan kuantitas air sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 dipakai sebagai :

- a. dasar pertimbangan penetapan peruntukan air dan baku mutu air pada sumber air yang bersangkutan;
- b. Dasar perhitungan daya tampung beban pencemaran air pada sumber air yang telah ditetapkan peruntukannya;
- c. dasar penilaian tingkat pencemaran.

BAB III PENGGOLONGAN

Pasal 7

1. Penggolongan air menurut peruntukannya ditetapkan sebagai berikut :
 - Golongan A : Air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu :
 - Golongan B : Air yang dapat digunakan sebagai air baku air minum;
 - Golongan C : Air yang dapat digunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan;
 - Golongan D : Air yang dapat digunakan untuk keperluan pertanian, dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri, pembangkit listrik tenaga air.
2. Dengan Peraturan Pemerintah dapat ditetapkan perluasan pemanfaatan air di luar penggolongan air sebagaimana yang telah ditetapkan dalam ayat (1).

Pasal 8

1. Ketentuan tentang baku mutu air untuk golongan air sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ditetapkan sebagaimana tercantum dalam lampiran Peraturan Pemerintah ini.

2. Dengan peraturan Pemerintah dapat ditetapkan menambahkan parameter dan baku mutu untuk parameter tersebut dalam baku mutu air sebagaimana dimaksud dalam ayat (1).
3. Penilaian kualitas yang menyangkut parameter yang belum tercantum dalam baku mutu air sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dilakukan dengan merujuk kepada fungsi dan guna air serta atau kepada ilmu pengetahuan.

Pasal 9

Metode analisa untuk setiap parameter baku mutu air dan baku mutu limbah cair ditetapkan oleh Menteri.

Pasal 10

1. Gubernur Kepada Daerah Tingkat I menetapkan :
 - a. Peruntukan air sesuai dengan penggolongan air sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 ayat (1), kecuali kemudian ditentukan lain oleh menteri.
 - b. Baku mutu air untuk peruntukan air menurut penggolongan sebagaimana dimaksud dalam huruf a.
2. Peruntukan air baku mutu air yang berada atau mengalir melalui atau merupakan batas dari dua atau lebih Propinsi Daerah Tingkat I ditetapkan oleh para Gubernur Kepala Daerah Tingkat I yang bersangkutan di bawah koordinasi Menteri.
3. Peruntukan air baku mutu air pada sumber air yang berada di bawah wewenang pengelolaan suatu badan pengelola sebagaimana dimaksud dalam Undangundang Nomor 11 Tahun 1974 tentang Pengairan ditetapkan oleh menteri yang bertanggung jawab di bidang pengairan setelah berkonsultasi dengan Menteri.

Pasal 11

Apabila kualitas air lebih rendah dari kualitas air menurut golongan yang telah ditetapkan, Gubernur Kepala Daerah Tingkat I menetapkan program peningkatan kualitas air.

Pasal 12

Apabila kualitas air telah memenuhi kualitas menurut penggolongannya sesuai yang telah ditetapkan, Gubernur Kepala Daerah Tingkat I menetapkan program peningkatan penggolongan peruntukannya.

BAB IV UPAYA PENGENDALIAN

Pasal 13

1. Pengendalian pencemaran air di daerah dilakukan oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I.
2. Pengendalian pencemaran air pada sumber air yang berada di atau mengalir melalui wilayah lebih dari satu Propinsi Daerah Tingkat I dilakukan oleh para Gubernur Tingkat I yang bersangkutan setelah berkonsultasi dengan menteri.

Pasal 14

Gubernur Kepala Daerah Tingkat I menentukan daya tampung beban pencemaran.

Pasal 15

1. Menteri setelah berkonsultasi dengan Menteri lain dan atau Pimpinan lembaga pemerintah non-departemen yang bersangkutan menetapkan baku mutu limbah cair.
2. Untuk melindungi kualitas air, Gubernur Kepala Daerah Tingkat I setelah berkonsultasi dengan Menteri dapat menetapkan baku mutu limbah cair lebih ketat dari baku mutu limbah cair sebagaimana dimaksud dalam ayat (1).

Pasal 16

Baku mutu air, daya tampung beban pencemaran dan baku mutu limbah cair ditinjau secara berkala sekurang-kurangnya sekali dalam lima tahun.

Pasal 17

1. Setiap orang atau badan yang membuang limbah cair wajib menaati baku mutu limbah cair sebagaimana ditentukan dalam izin pembuangan limbah cair yang ditetapkan baginya.
2. Setiap orang atau badan yang membuang limbah cair sebagaimana ditetapkan dalam izin pembuangannya, dilarang melakukan pengenceran.

Pasal 18

Pembuangan limbah dengan kandungan bahan radioaktif diatur oleh Pimpinan lembaga pemerintah yang bertanggung jawab dibidang tenaga atom setelah berkonsultasi dengan Menteri.

Pasal 19

Pembuangan limbah cair ke tanah dapat dilakukan dengan izin Menteri berdasarkan hasil penelitian.

Pasal 20

Penanggung jawab kegiatan wajib membuat saluran pembuangan limbah cair sedemikian rupa, sehingga memudahkan pengambilan contoh dan pengukuran debit limbah cair di luar areal kegiatan.

Pasal 21

1. Pembuangan limbah cair ke dalam air dikenakan pembayaran retribusi.
2. Tata cara dan jumlah retribusi ditetapkan dengan Peraturan Daerah Tingkat I.

Pasal 22

Dalam hal Pemerintah Daerah menyediakan tempat dan atau sarana pembuangan dan pengolahan limbah cair, Pemerintah Daerah dapat memungut retribusi.

Pasal 23

Upaya pengendalian pencemaran air yang disebabkan oleh masuknya limbah cair atau bahan lain tidak melalui sarana yang dibuat khusus untuk itu dan atau yang bukan berupa sumber yang tertentu titik masuknya ke dalam air pada sumber air diatur oleh Menteri atau Pimpinan lembaga pemerintah non departemen yang bersangkutan setelah berkonsultasi dengan Menteri.

Pasal 24

Gubernur Kepala Daerah Tingkat I menetapkan dan mengumumkan sumber air dan salurannya yang dinilai tercemar dan membahayakan keselamatan umum.

BAB V PERIZINAN

Pasal 25

Baku mutu limbah cair yang diizinkan dibuang ke dalam air oleh suatu kegiatan ditetapkan oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I berdasarkan baku mutu limbah cair sebagaimana dimaksud dalam Pasal 15.

Pasal 26

1. Pembuangan limbah cair ke dalam air dilakukan dengan izin yang diberikan oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I.
2. Izin sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dicantumkan dalam izin Ordonansi Gangguan.
3. Izin pembuangan limbah cair yang dicantumkan dalam izin Ordonansi Gangguan sebagaimana dimaksud dalam ayat (2) harus menyebutkan :
 - a. jenis produksi, volume produksi dan kebutuhan air untuk produksi.
 - b. kualitas dan kuantitas limbah cair dan atau bahan lain yang diizinkan untuk dibuang ke dalam air serta frekuensi pembuangannya;
 - c. tata letak saluran pembuangan limbah;
 - d. sumber dari air yang digunakan dalam proses produksi atau untuk menyelenggarakan kegiatannya, serta jumlah dan kualitas air tersebut;
 - e. larangan untuk melakukan pengenceran limbah air;
 - f. sarana dan prosedur penanggulangan keadaan darurat.

Pasal 27

1. Pembuangan limbah rumah tangga diatur dengan Peraturan Daerah.
2. Pembangunan limbah cair ke laut diatur dengan peraturan sendiri.

Pasal 28

1. Untuk kegiatan yang wajib membuat analisis mengenai dampak lingkungan berdasarkan Peraturan Pemerintah nomor 29 Tahun 1986 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan, maka persyaratan dan kewajiban yang tercantum dalam rencana pengelolaan lingkungan dan rencana pemantauan lingkungan bagi kegiatan tersebut wajib dicantumkan sebagai syarat dan kewajiban dalam izin Ordonansi Gangguan bagi kegiatan yang bersangkutan.
2. Apabila analisis mengenai dampak lingkungan bagi suatu kegiatan mesyaratkan baku mutu limbah cair yang lebih ketat dari baku mutu limbah cair sebagaimana dimaksud dalam Pasal 15 maka untuk kegiatan tersebut ditetapkan baku mutu limbah cair sebagaimana disyaratkan oleh Analisis Mengenai Dampak Lingkungan.

BAB VI PENGAWASAN DAN PEMANTAUAN

Pasal 29

1. Setiap orang yang mengetahui atau menduga terjadinya pencemaran air, berhak melaporkan kepada :
 - a. Gubernur Kepala tingkat I atau aparat Pemerintah Daerah terdekat, atau

- b. Kepala Kepolisian Resort atau Aparat Kepolisian terdekat.
2. Aparat Pemerintah Daerah terdekat yang menerima laporan tentang terjadinya pencemaran air wajib segera meneruskan kepada Gubernur Kepala Daerah Tingkat I yang bersangkutan.
3. Aparat kepolisian terdekat yang menerima laporan tentang terjadinya pencemaran air wajib segera melaporkan kepada Kepala Kepolisian Resort yang bersangkutan untuk keperluan penyidikan.
4. Gubernur Kepala Daerah Tingkat I segera melakukan penelitian tentang laporan terjadinya pencemaran air.
5. Apabila hasil penelitian sebagaimana dimaksud dalam ayat (4) membuktikan terjadinya pencemaran air, Gubernur Kepala Daerah Tingkat I segera melakukan atau memerintahkan dilakukannya tindakan penanggulangan dan atau pencegahan meluasnya pencemaran.

Pasal 30

1. Pengawasan kualitas air dilakukan oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I.
2. Dalam melaksanakan tugas pengawasan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) Gubernur Kepala Daerah Tingkat I dapat menunjuk sebuah instansi di daerah.
3. Tugas pengawasan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) meliputi :
 - a. pemantauan dan evaluasi baku mutu limbah cair pada tempat yang ditentukan;
 - b. pemantauan dan evaluasi perubahan kualitas air;
 - c. pengumpulan dan evaluasi data yang berhubungan dengan pencemaran air.
 - d. evaluasi laporan tentang pembuangan limbah cair dan analisisnya yang dilakukan oleh penanggung-jawab kegiatan.
4. Pelaksanaan pengawasan dilakukan secara berkala dan sewaktu-waktu apabila dipandang perlu.
5. Apabila hasil pengawasan menunjukkan terjadinya pencemaran air, Gubernur Kepala Daerah tingkat I memerintahkan dilakukannya penanggulangan dan atau pencegahan meluasnya pencemaran.
6. Gubernur Kepala Daerah Tingkat I, melaporkan hasil pengawasan kualitas air kepada Menteri dan Menteri lain yang terkait.
7. Gubernur Kepala Daerah Tingkat I menetapkan tata laksana pengawasan di daerah.

Pasal 31

1. Dalam rangka melaksanakan tugasnya petugas dari instansi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 30 ayat (2) berwenang :
 - a. memasuki lingkungan sumber pencemaran.
 - b. memeriksa bekerjasama peralatan pengolahan limbah dan atau peralatan lain yang diperlukan untuk mencegah pencemaran lingkungan.
 - c. mengambil contoh limbah;
 - d. meminta keterangan yang diperlukan untuk mengetahui kualitas dan kuantitas limbah yang dibuang, termasuk proses pengolahannya.
2. Setiap penanggungjawab kegiatan wajib :

- a. mengizinkan petugas sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) untuk memasuki lingkungan kerjanya dan membantu terlaksananya tugas petugas tersebut.
- b. memberikan keterangan dengan benar, baik secara lisan maupun tertulis, apabila hal itu diminta.

Pasal 32

1. Setiap penanggungjawab kegiatan wajib menyampaikan kepada Gubernur Kepala Daerah Tingkat I :
 - a. laporan tentang pembuangan limbah cair dan hasil analisisnya sekurang-kurangnya sekali dalam 6 (enam) bulan.
 - b. pernyataan bahwa laporan yang telah disampaikan adalah benar mewakili kualitas limbah cair yang sebenar-benarnya.
2. Pedoman dan tata cara pelaporan ditetapkan oleh Gubernur Kepala Daerah tingkat I atau instansi yang ditunjuk untuk itu.

Pasal 33

1. Apabila pembuangan limbah cair melanggar ketentuan baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan dalam Pasal 15, Gubernur Kepala Daerah Tingkat I mengeluarkan surat peringatan kepada penanggungjawab kegiatan untuk memenuhi persyaratan baku mutu limbah cair dalam waktu yang ditetapkan.
2. Apabila akhir waktu yang ditetapkan sebagaimana dimaksud dalam ayat (1), pembuangan limbah cair belum mencapai persyaratan baku mutu limbah maka Gubernur Kepala Daerah Tingkat I mencabut izin pembuangan limbah cair.

Pasal 34

1. Menteri menunjuk laboratorium tingkat pusat dalam rangka pengendalian pencemaran air.
2. Gubernur Kepala Daerah Tingkat I menunjuk laboratorium di daerah untuk melakukan analisis kualitas air dan kualitas limbah cair dalam rangka pengawasan dan pemantauan pencemaran air.

BAB VII P E M B I A Y A A N

Pasal 35

1. Pembiayaan inventarisasi kualitas dan kuantitas air sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 dibebankan pada anggaran daerah yang bersangkutan.
2. Pembiayaan pengawasan pencemaran air dibebankan pada anggaran daerah masing-masing.

Pasal 36

1. Biaya pencegahan, penanggulangan dan pemulihan pencemaran air akibat suatu kegiatan dibebankan kepada penanggungjawab kegiatan yang bersangkutan.
2. Apabila penanggungjawab kegiatan lalai melaksanakan penanggulangan pencemaran air sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) atau melaksanakan tidak sebagaimana mestinya, maka Gubernur Kepala Daerah Tingkat I dapat melakukan atau memerintahkan untuk melakukan penanggulangan

pencemaran air tersebut atas beban pembiayaan penanggungjawab kegiatan yang bersangkutan.

3. Apabila dipandang perlu Bupati/Walikota/madya Kepala Daerah Tingkat II atas nama Gubernur Kepala Daerah Tingkat I dapat mengambil tindakan sebagaimana dimaksud dalam ayat (2) atas beban pembiayaan penanggungjawab kegiatan yang bersangkutan.

BAB VIII SANKSI

Pasal 37

1. Barang siapa melanggar ketentuan dalam Pasal 17, Pasal 19, Pasal 20, Pasal 32 Peraturan Pemerintah ini dikenakan tindakan administratif oleh Bupati/Walikota/madya Kepala Daerah Tingkat II.
2. Tindakan administrasi sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) tidak menutup kemungkinan dikenakan tindakan hukum lainnya.

BAB IX KETENTUAN PERALIHAN

Pasal 38

Apabila untuk suatu jenis kegiatan belum ditentukan baku mutu limbah cairnya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 15, maka baku mutu limbah cair yang boleh dibuang ke dalam air oleh kegiatan tersebut ditetapkan oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I setelah berkonsultasi dengan Menteri.

Pasal 39

Apabila pada saat diundangkannya Peraturan Pemerintah ini telah ditetapkan baku mutu limbah cair yang dibuang ke dalam air oleh suatu kegiatan lebih ketat dibandingkan dengan perhitungan menurut baku mutu limbah cair sebagaimana dimaksud dalam pasal 15, maka untuk kegiatan tersebut tetap berlaku mutu limbah cair yang telah ditetapkan itu.

Pasal 40

Apabila pada saat diundangkannya Peraturan Pemerintah ini telah ditetapkan baku mutu limbah cair yang dibuang ke dalam air oleh suatu kegiatan lebih longgar dibandingkan dengan perhitungan menurut baku mutu limbah cair sebagaimana dimaksud dalam Pasal 15, maka baku mutu limbah cair kegiatan tersebut wajib disesuaikan dengan baku mutu limbah cair sebagaimana dimaksud dengan Pasal 15 dalam jangka waktu selambat-lambatnya satu tahun terhitung sejak diundangkannya Peraturan Pemerintah ini.

Pasal 41

Bagi kegiatan yang sudah beroperasi, maka dalam waktu satu tahun setelah dikeluarkannya Peraturan Pemerintah ini, harus sudah memperoleh izin pembuangan limbah cair dari Gubernur Kepala Daerah Tingkat I.

Pasal 42

1. Apabila pada saat diundangkannya Peraturan Pemerintah ini penggolongan air menurut peruntukkannya sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7

Peraturan Pemerintah ini belum ditetapkan, maka golongan air pada badan air tersebut dinyatakan sebagai air golongan B sampai ada penetapan lebih lanjut oleh Gubernur Kepala Daerah Tingkat I sesuai dengan ketentuan Pasal 10 Peraturan Pemerintah ini.

2. Air pada badan air sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) Pasal ini ditetapkan sebagai golongan A, apabila :
 - a. memenuhi kualitas air golongan A sebagaimana dimaksud dalam Pasal 7 Peraturan Pemerintah ini, atau
 - b. berada di kawasan hutan lindung, atau
 - c. berada di sekitar sumber mata air.

BAB X KETENTUAN PENUTUP

Pasal 43

Peraturan Pemerintah ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan.

Agar supaya setiap orang dapat mengetahuinya, memerintahkan pengundangan Undang-undang ini dengan penempatannya dalam Lembaran Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta
Pada tanggal 5 Juni 1990
PRESIDEN REPUBLIK
INDONESIA
Ttd

S O E H A R T O
JENDERAL

Diundangkan di Jakarta
Pada tanggal 5 Juni 1990
MENTERI/SEKRETARIS NEGARA REPUBLIK INDONESIA
Ttd

MOERDIONO

LAMPIRAN 7

**Peraturan Menteri Kesehatan
No. 416 Tahun 1990
Tentang : Syarat-syarat Dan Pengawasan Kualitas Air**

MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA

Menimbang :

- a. Bahwa dalam rangka meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, perlu dilaksanakan pengawasan kualitas air secara intensif dan terus menerus;
- b. Bahwa kualitas air yang digunakan masyarakat harus memenuhi syarat kesehatan agar terhindar dari gangguan kesehatan;
- c. Bahwa syarat-syarat kualitas air yang berhubungan dengan kesehatan yang telah ada perlu disesuaikan dengan perkembangan teknologi dan upaya kesehatan serta kebutuhan masyarakat dewasa ini;
- d. Bahwa sehubungan dengan huruf a,b dan c perlu ditetapkan kembali syarat-syarat dan pengawasan kualitas air dengan Peraturan Menteri Kesehatan.

Mengingat :

1. Undang-undang Nomor 9 Tahun 1960 tentang Pokok-pokok Kesehatan (Lembaran Negara Tambahan Tahun 1960 Nomor 132, Tambahan Lembaran Negara Nomor 2068)
2. Undang-undang Nomor 11 Tahun 1962 tentang Hygiene Untuk Usaha-usaha Bagi Umum (Lembaran Negara Tahun 1962 Nomor 49, Tambahan Lembaran Negara Nomor 2455);
3. Undang-undang Nomor 5 Tahun 1974 tentang Pokok-pokok Pemerintah di Daerah (Lembaran Negara Tahun 1974 Nomor 38, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3037);
4. Undang-undang Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Tahun 1982 Nomor 12, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3215);
5. Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 1987 tentang Penyerahan Sebagian Urusan Pemerintahan Dalam Bidang Kesehatan Kepada Daerah (Lembaran Negara Tahun 1987 Nomor 9, Tambahan Lembaran Negara Nomor 3347);
6. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 558/Menkes/SK/1984 tentang Organisasi Dan Tata Kerja Departemen Kesehatan;
7. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor 02/Men.KLH/I/1988 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan.

Memutuskan :

Menetapkan :

Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.

BAB I Ketentuan Umum

Pasal 1

Dalam Peraturan Menteri ini yang dimaksud dengan:

- a. Air adalah air minum, air bersih, air kolam renang, dan air pemandian umum.
- b. Air minum adalah air yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.
- c. Air bersih adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan dan dapat diminum apabila telah dimasak.
- d. Air kolam renang adalah air di dalam kolam renang yang digunakan untuk olah raga renang dan kualitasnya memenuhi syarat-syarat kesehatan.
- e. Air Pemandian Umum adalah air yang digunakan pada tempat pemandian umum tidak termasuk pemandian untuk pengobatan tradisional dan kolam renang yang kualitasnya memenuhi syarat kesehatan.
- f. Kakandep adalah Kepala Kantor Departemen Kesehatan Kabupaten/Kotamadya.
- g. Kakanwil adalah Kepala Kantor Departemen Kesehatan Propinsi.
- h. Direktur Jenderal adalah Direktur Jenderal Pemberantasan Penyakit Menular dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman Departemen Kesehatan.

BAB II Syarat-syarat

Pasal 2

- (1) Kualitas Air harus memenuhi syarat kesehatan yang meliputi persyaratan mikrobiologi, Fisika kimia, dan radioaktif.
- (2) Pengawasan kualitas air sebagaimana dimaksud ayat (1) tercantum dalam lampiran I,II,III, dan IV peraturan ini.

BAB III Pengawasan

pasal 3

- (1) Pengawasan kualitas air bertujuan untuk mencegah penurunan kualitas dan penggunaan air yang dapat mengganggu dan membahayakan kesehatan, serta meningkatkan kualitas air.
- (2) Pengawasan kualitas air sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dilaksanakan oleh Kepala Dinas Kesehatan Daerah Tingkat II

Pasal 4

- (1) Kegiatan pengawasan kualitas air mencakup :
 - a. Pengamatan lapangan dan pengambilan contoh air termasuk pada proses produksi dan distribusi.
 - b. Pemeriksaan contoh air.
 - c. Analisis hasil pemeriksaan.
 - d. Rumusan saran dan cara pemecahan masalah yang timbul dalam hasil kegiatan a,b, dan c
 - e. Kegiatan tindak lanjut berupa pemantauan upaya penanggulangan/perbaikan termasuk kegiatan penyuluhan.
- (2) Hasil pengawasankualitas air dilaporkan secara berkala oleh Kepala Dinas Kesehatan Daerah Tingkat II secara berjenjang dengan tembusan kepada Direktur Jenderal.
- (3) Tata cara penyelenggaraan pengawasan dan syarat-syarat sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) dan ayat (2) serta kualitas tenaga pengawas ditetapkan oleh Direktur Jenderal.

Pasal 5

Pemeriksaan contoh air dilaksanakan oleh laboratorium yang ditetapkan oleh Menteri Kesehatan

Pasal 6

- (1) Penyimpanan dari syarat-syarat kualitas air seperti yang tercantum dalam Peraturan Menteri ini tidak dibenarkan, kecuali dalam keadaan khusus di bawah pengawasan Kepala Dinas Kesehatan Daerah Tingkat II setelah berkonsultasi dengan Kakanwil;
- (2) Kakanwil dalam Memberikan pertimbangan setelah mendapat petunjuk Direktur Jenderal.

Pasal 7

- (1) Pembinaan teknis terhadap pengawasan kualitas air di tingkat Pusat dilakukan oleh Direktur Jenderal;
- (2) Pembinaan teknis terhadap pengawasan kualitas air di tingkat propinsi dilakukan oleh Kakanwil;
- (3) Pembinaan teknis terhadap pengawasan kualitas air di Daerah Tingkat II dilakukan oleh Kakandep;

Pasal 8

Pembiayaan pemeriksaan contoh air yang dimaksudkan dalam Peraturan Menteri ini di bebaskan kepada Pemerintah dan masyarakat termasuk swasta berdasarkan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Pasal 9

Air yang digunakan untuk kepentingan umum wajib diuji kualitas airnya.

BAB IV Penindakan

Pasal 10

Barang siapa yang melakukan perbuatan yang bertentangan dengan ketentuan-ketentuan dalam Peraturan Menteri ini yang dapat mengakibatkan bahaya bagi kesehatan dan merugikan bagi kepentingan umum maka dapat dikenakan tindakan administratif dan atau tindakan pidana atau tindakan lainnya berdasarkan perundang-undangan yang berlaku.

BAB V Ketentuan Penutup

Pasal 11

Dengan ditetapkannya Peraturan Menteri ini, maka :

- a. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 01/Birhukmas/I/1975 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum;
- b. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 172/MenKes/Per/VIII/1978 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Kolam Renang;
- c. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 257/MenKes/Per/VI/1982 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air Pemandian Umum; Dinyatakan tidak berlaku lagi.

Pasal 12

Ketentuan-ketentuan lain yang berhubungan dengan syarat-syarat dalam pengawasan kualitas air yang masih berlaku harus disesuaikan dengan peraturan ini.

Pasal 13

Hal-hal yang bersifat teknis yang belum diatur dalam Peraturan Menteri ini, ditetapkan oleh Direktur Jenderal. Agar setiap orang yang mengetahuinya, memerintahkan perundang Peraturan Menteri ini dengan penempatan dalam Berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Jakarta
Pada tanggal 3 September 1990
Menteri Kesehatan Republik Indonesia

ttd
Dr. Adhyatma, MPH

LAMPIRAN 8

PERHITUNGAN KEHILANGAN TEKANAN (*HEADLOSS*)

Diketahui :

- Berat jenis zeolit, (ρ) = $1,250 \text{ g/cm}^3 \approx 1250 \text{ kg/m}^3$
- Diameter butiran rata-rata zeolit, (d) = $0,4 \text{ cm} \approx 0,004 \text{ m}$
- Faktor bentuk (Karbon aktif), (Φ) = $0,73$
- Porositas media (Karbon aktif), (e) = $0,75$
- Kecepatan filtrasi, (v) = $0,005 \text{ m/s} \approx 0,5 \text{ cm/s}$
- Percepatan gravitasi, (g) = $9,81 \text{ m/s}^2$
- Viskositas absolut, (μ) = $0,8363 \times 10^{-2} \text{ g/cm.s}$
- Temperatur, (T) = $28 \text{ }^\circ\text{C}$
- Persamaan Carmen-Kozeny :

$$h_L = \frac{f}{\Phi} \cdot \frac{(1-e)}{e^3} \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{g}$$

- Bilangan Reynold :

$$NRe = \frac{(\Phi \cdot \rho \cdot d \cdot v)}{\mu}$$

- *Friction Factor* :

$$f' = 150 \left(\frac{1-e}{NRe} \right) + 1,75$$

Perhitungan :

$$\begin{aligned} NRe &= \frac{(\Phi \cdot \rho \cdot d \cdot v)}{\mu} \\ &= \frac{(0,73 \times 1,250 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \times 0,4 \text{ cm} \times 0,5 \frac{\text{cm}}{\text{s}})}{0,8363 \cdot 10^{-2} \frac{\text{g}}{\text{cm} \cdot \text{s}}} \\ &= 21,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e &= \frac{\text{volume air}}{\text{volume zeolit} + \text{volume air}} \\ &= \frac{50 \text{ ml}}{16 \text{ ml} + 50 \text{ ml}} \\ &= 0,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f' &= 150 \left(\frac{1-e}{NRe} \right) + 1,75 \\ &= 150 \left(\frac{1-0,75}{21,8} \right) + 1,75 \\ &= 3,47 \end{aligned}$$

1. Perhitungan headloss untuk ketebalan media (L) = 50 cm \approx 0,5 m

$$\begin{aligned} h_L &= \frac{3,47}{0,73} \cdot \frac{(1-0,75)}{0,75^3} \cdot \frac{0,5 \text{ m}}{0,004 \text{ m}} \cdot \frac{(0,005 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \\ &= 8,9 \times 10^{-4} \text{ m} \\ &\approx 0,089 \text{ cm} \end{aligned}$$

2. Perhitungan headloss untuk ketebalan media (L) = 60 cm \approx 0,6 m

$$\begin{aligned} h_L &= \frac{3,47}{0,73} \cdot \frac{(1-0,75)}{0,75^3} \cdot \frac{0,6 \text{ m}}{0,004 \text{ m}} \cdot \frac{(0,005 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \\ &= 1,05 \times 10^{-3} \text{ m} \\ &\approx 0,105 \text{ cm} \end{aligned}$$

3. Perhitungan headloss untuk ketebalan media (L) = 70 cm \approx 0,7 m

$$\begin{aligned} h_L &= \frac{3,47}{0,73} \cdot \frac{(1-0,75)}{0,75^3} \cdot \frac{0,7 \text{ m}}{0,004 \text{ m}} \cdot \frac{(0,005 \text{ m/s})^2}{9,81 \text{ m/s}^2} \\ &= 1,23 \times 10^{-3} \text{ m} \\ &\approx 0,123 \text{ cm} \end{aligned}$$

4. Perhitungan headloss untuk ketebalan media (L) = 80 cm \approx 0,8 m

$$\begin{aligned} h_L &= \frac{3,47}{0,73} \cdot \frac{(1-0,75)}{0,75^3} \cdot \frac{0,8 \text{ m}}{0,004 \text{ m}} \cdot \frac{(0,005 \text{ m/s})^2}{9,81 \text{ m/s}^2} \\ &= 1,4 \times 10^{-3} \text{ m} \\ &\approx 0,14 \text{ cm} \end{aligned}$$

5. Perhitungan headloss untuk ketebalan media (L) = 90 cm \approx 0,9 m

$$\begin{aligned} h_L &= \frac{3,47}{0,73} \cdot \frac{(1-0,75)}{0,75^3} \cdot \frac{0,9 \text{ m}}{0,004 \text{ m}} \cdot \frac{(0,005 \text{ m/s})^2}{9,81 \text{ m/s}^2} \\ &= 1,57 \times 10^{-3} \text{ m} \\ &\approx 0,157 \text{ cm} \end{aligned}$$

6. Perhitungan headloss untuk ketebalan media (L) = 100 cm \approx 1,0 m

$$\begin{aligned} h_L &= \frac{3,47}{0,73} \cdot \frac{(1-0,75)}{0,75^3} \cdot \frac{1,0 \text{ m}}{0,004 \text{ m}} \cdot \frac{(0,005 \text{ m/s})^2}{9,81 \text{ m/s}^2} \\ &= 1,75 \times 10^{-3} \text{ m} \\ &\approx 0,175 \text{ cm} \end{aligned}$$

LAMPIRAN 9

**CARA UJI KADAR BESI DALAM AIR (SNI 19-1127-1989;AWWA 3500-
Fe D)**

**CARA UJI KADAR MANGAN DALAM AIR (SNI 19-1133-1989;AWWA
3500-Mn D)**

g AN

CARA UJI KADAR BESI DALAM AIR (SNI 19-1127-1989 ; AWWA 3500-Fe D)

1. RUANG LINGKUP

Standar ini meliputi cara uji kadar besi dalam air dan cara uji alternative.

2. CARA UJI

Pada standar ini diuraikan cara kolorimetri "fenantrolin". Cara ini dapat dipakai untuk penentuan kadar besi total, besi terlarut dan ion ferro dalam air dengan batas ukur kadar optimum antara 0,02 - 4,0 mg/liter besi. Deteksi minimum dapat dicapai sampai 0,01 mg/liter besi. Terhadap contoh air yang mengandung kadar besi tinggi, harus dilakukan pengenceran atau ditetapkan dengan cara yang lebih tepat sesuai dengan kadar besi yang terkandung dalam contoh.

2.1. PRINSIP

Ion besi (ferri) dalam suasana asam dan panas, direduksi oleh hidroksilamin hidroklorida menjadi ion ferro. Ferro dengan 1,10 - fenantrolin pada pH 3,2 - 3,3 membentuk senyawa fenantrolin khelat yang berwarna merah. Warna yang terbentuk dibandingkan terhadap warna standar yang telah diketahui kadarnya.

2.2. GANGGUAN

- Warna dan kekeruhan
- Oksidator kuat
- Senyawa-senyawa sianida, nitrit dan fosfat.

2.3. PERALATAN

- Spektrofotometer bekerja pada panjang gelombang 510 nm atau filter fotometer (fotometer filter) yang berwarna hijau atau yang mempunyai transmisi cahaya maksimum.

CARA UJI KADAR BESI DALAM AIR

- Kuvet yang mempunyai ketebalan tembus cahaya 1 cm atau lebih
- Tabung Nessler 50, 100 mL
- Labu ukur 50, 100 dan 1000 mL
- Labu Erlenmeyer 250 mL

Alat-alat gelas yang dipakai harus bebas besi, bersihkan dengan larutan asam klorida pekat dan bilas sampai bersih dengan air suling.

2.4. PEREAKSI

Semua pereaksi yang dipakai relative bebas besi.

Gunakan botol gelas tutup asah untuk penyimpanan standar besi, asam klorida dan larutan ammonium asetat.

- a) Asam klorida pekat
- b) Larutan hidrosilamin hidroklorida
Larutkan 10 g $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ dalam 100 mL air suling.
- c) Larutan penyangga ammonium asetat.
 - Larutkan 250 g $\text{NH}_4\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$ dalam 150 mL air suling
 - Tambahkan 700 mL asam asetat glacial
 - Encerkan sampai 1 liter
- d) Larutan fenantrolin
 - Larutkan 0,1 g 1,10 fenantrolin monohidrat $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2\text{HO} \cdot \text{H}_2\text{O}$ dalam 100 mL air suling.
 - Panaskan sampai 80°C , tidak boleh mendidih. Bila tidak dipanaskan tambahkan 2 tetes HCl pekat.
- e) Larutan sediaan standar besi
 - Tambahkan 20 mL H_2SO_4 pekat kedalam 50 mL air suling dan larutkan 1,404 g ferro ammonium sulfat : $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

CARA UJI KADAR BESI DALAM AIR

- Tambahkan beberapa tetes larutan KMnO_4 0,1 N sampai warna sedikit pink
 - Encerkan menjadi 1000 mL didalam labu ukur, aduk. 1 mL = 200 μg Fe.
- f) Larutan standar siapan (1 mL = 0,01 mg = 10 μg Fe) ...
- Pipet 50 mL larutan sediaan standar besi kedalam labu ukur 1000 mL, encerkan sampai tanda batas dengan air suling.

2.5. PROSEDUR

a) BESI TOTAL

- Kocok contoh air sampai merata, masukkan ^{25 mL} 50 mL contoh yang mengandung tidak lebih 0,1 mg Fe kedalam labu Erlenmeyer 250 mL.
- Tambah ^{1 mL} 2 mL HCl pekat dan ^{0,5 mL} 1 mL larutan hidrosilamin hidroklorida.
- Panaskan dan didihkan sampai semua besi larut, volume larutan menjadi ~~15-20~~ mL. Jika contoh mengandung unsur-unsur pengganggu, maka dilakukan pemanasan sampai kering dan diabukan. Kemudian larutkan kembali dengan ^{7,5 - 10 mL} 2 mL HCl pekat dan ^{2,5 mL} 5 mL air suling.
- Dinginkan kedalam labu ukur 50 atau 100 mL.
- Tambah ^{10 mL} 10 mL larutan penyangga ammonium asetat dan ^{1 mL} 2 mL larutan fenantrolin.
- Tambahkan air suling sampai tanda batas, kocok sampai bercampur rata.
- Baca setelah 10-15 menit dan bandingkan terhadap standar dengan tabung Nessler atau lakukan pengukuran dengan alat spektrofotometer pada panjang gelombang 510 nm.

b) BESI TERLARUT

- Contoh air disaring terlebih dahulu dengan kertas saring halus
- 50 mL contoh air yang mengandung tidak lebih 0,1 mg Fe dikerjakan sama dengan cara kerja besi total.

CARA UJI KADAR BESI DALAM AIR

➤ Cara visual

- Gunakan tabung "Nessler" dengan jenis dan ukuran yang sama, bersih dan kering.
- Tempatkan beberapa buah tabung Nessler pada sebuah rak dengan dasar yang putih dan terang.
- Pindahkan secara kuantitatif larutan blanko, standar dan contoh kedalam tabung Nessler.
- Bandingkan warna contoh terhadap blanko dan standar.
- Hitung kadar besi dari contoh dalam mg/liter.

➤ Cara Spektrofotometri

Tabel
Penggunaan Kuvet Berdasarkan Volume dan Kadar Besi

Volume akhir 50 mL	Volume akhir 100 mL	Ketebalan Kuvet
$\mu\text{g Fe}$	$\mu\text{g Fe}$	cm
50 - 200	100 - 400	1
25 - 100	50 - 200	2
10 - 40	20 - 80	5
5 - 20	10 - 40	10

- Atur fotometer pada absorbansi nol atau pada 100% transmitansi terhadap blanko sebagai pembanding.
- Tetapkan nilai serapan (absorbansi) atau contoh dan masing-masing standar pada panjang gelombang 510 nm.
- Hitung kadar besi dari contoh dalam mg/liter.

CARA UJI KADAR BESI DALAM AIR

2.6. PERHITUNGAN

a) Cara visual

$$\text{Fe (mg/liter)} = \frac{\text{mL standar} \times \text{mg standar} \times 1000}{\text{mL contoh}}$$

b) Cara Spektrofotometri

$$\text{Fe (mg/liter)} = \frac{A1}{A2} \times C$$

Dimana :

A1 = Absorbansi/transmitansi contoh

A2 = Absorbansi/transmitansi standar

C = Kadar standar besi ada absorbansi/transmitansi A2

2.7. KETELITIAN DAN KETEPATAN

Ketelitian yang dapat dicapai dengan cara ini $\pm 0,02$ mg/liter dan ketepatan $\pm 0,14$ mg/liter.

3. CARA UJI ALTERNATIF

Sebagai alternative dapat juga digunakan cara-cara dibawah ini :

CARA UJI KADAR BESI DALAM AIR

3.1. Cara Kolorimetri "Rhodanida"

- Batas ukur kadar optimum 0,02 - 4,0 mg/liter besi
- Deteksi minimum 0,003 mg/liter besi
- Ketelitian $\pm 0,01$ mg/liter dan ketepatan $\pm 0,01$ mg/liter besi

3.2. Cara Kolorimetri "Tripidin"

- Batas ukur kadar optimum 0,02 - 4,0 mg/liter besi
- Deteksi minimum 0,003 mg/liter besi
- Ketelitian $\pm 0,01$ mg/liter dan ketepatan $\pm 0,03$ mg/liter besi.

3.3. Cara SSA (Spektrofotometer Serapan Atom)

- Batas ukur kadar optimum pada panjang gelombang 248,3 nm 0,5 - 10 mg/liter besi.
- Deteksi minimum 0,01 mg/liter besi.

Cara pengujian besi dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) ini dapat dilakukan dengan menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu :

- SNI 06 - 2523 - 1991 : Metode Pengujian Kadar Besi Dalam Air Dengan Alat Spektrofotometer Secara Langsung.
- SNI 06 - 2524 - 1991 : Metode Pengujian Kadar Besi Dalam Air Dengan Alat Spektrofotometer Serapan Atom dengan pengolahan pendahuluan cara ekstraksi.
- SNI 06 - 2525 - 1991 : Metode Pengujian Kadar Besi Dalam Air Dengan Alat Spektrofotometer Serapan Atom Tungku Karbon.

Selain metode pengujian tersebut diatas, pemeriksaan kadar besi (Fe) dapat juga dilakukan dengan metode :

- ASTM Designation : D 1068 - 90 Standar Test Method for Iron in Water
- AWWA : 3500 - Fe D IRON (Phenanthroline Method)
- USEPA Method 236.1 Iron (AA, Direct Aspiration)

CARA UJI KADAR MANGAN DALAM AIR (SNI 19-1133-1989 ; AWWA 3500-Mn D)

1. RUANG LINGKUP

Standar ini meliputi cara uji kadar mangan dalam air.

2. CARA UJI

Penentuan kadar mangan dalam air dapat dilakukan dengan salah satu dari 3 cara uji berikut.

- Cara uji kolorimetri "Persulfat"
Batas konsentrasi 0,05 - 1,5 mg/liter mangan
- Cara uji spektrofotometri penyerapan atom, langsung
Batas konsentrasi 0,02 - 5 mg/liter mangan
- Cara uji spektrofotometri, khelat - ekstraksi
Batas konsentrasi 2,0 - 500 µg/liter mangan

Terhadap contoh air yang diduga mengandung kadar mangan tinggi, harus dilakukan pengenceran sehingga dapat termasuk dalam jarak ukur masing-masing penentuan cara uji tersebut.

2.1. CARA KOLORIMETRI "PERSULFAT"

a) PRINSIP

Ion mangan dalam suasana asam dan panas dengan bantuan katalis, dioksidasi oleh persulfat menjadi senyawa manganat yang berwarna ungu kemerahan. Warna yang terbentuk dibandingkan dengan warna standar yang telah diketahui kadarnya.

b) GANGGUAN

- Ion khlorida
- Zat-zat organik
- Zat-zat reduktor
- Kekeruhan

CARA UJI KADAR MANGAN DALAM AIR

c) PERALATAN

- Spektrofotometer yang bekerja pada panjang gelombang 525 nm atau filter fotometer yang berwarna hijau atau yang mempunyai transmitansi cahaya maksimum mendekati 525 nm.
- Kuvet, yang mempunyai ketebalan tembus cahaya 1 cm atau lebih
- Tabung Nessler 100 mL
- Labu ukur 100 mL
- Labu Erlenmeyer 250 mL
- Alat-alat gelas lainnya

d) PEREAKSI

- 1) Pereaksi khusus *HgSO₄* *AgNO₃* *S₂O₈*
 - Larutkan 75 g HgSO₄ dalam 450 mL HNO₃ pekat dan 200 mL air suling
 - Tambahkan 200 mL H₃PO₄ pekat (85 %) dan 0,03 g AgNO₃
 - Larutkan dan encerkan sampai 1 liter
 - Larutkan 75 g HgSO₄ dalam 450 mL HNO₃ pekat dan 200 mL air suling
 - Tambahkan 200 mL H₃PO₄ pekat (85 %) dan 0,03 g AgNO₃
 - Larutkan dan encerkan sampai 1 liter
- 2) Kristal ammonium persulfat (NH₄)₂S₂O₈ atau kalium persulfat K₂S₂O₈
- 3) Larutan baku mangan sediaan (stock)
 - Timbang 3,2 g KMnO₄ p.a, larutkan dengan air suling dan encerkan sampai 1 liter.
 - Diamkan pada suhu kamar selama 2-3 hari.
 - Saring larutan melalui cawan kaca masir (fritted glass filter crucible) atau melalui glass wool.
 - Pindahkan larutan pada botol yang kering, berwarna gelap bertutup gelas dan simpan ditempat yang gelap.

Jika ada endapan, larutan harus disaring sebelum distandarkan.
Kadar KMnO₄ tersebut diatas adalah 0,1 N

CARA UJI KADAR MANGAN DALAM AIR

- Tetapkan larutan normalitas KMnO_4 secara "Permanganometri" ←
- Membakukan KMnO_4 0,1 N dengan natrium oksalat
- Timbang dengan teliti 0,25 - 0,30 g natrium oksalat ($\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$) p.a ke dalam Erlenmeyer 250 mL.
- Larutkan dengan 60 mL air suling dan tambah 15 mL H_2SO_4
- Panskan 80-90° C dan titrasi dengan larutan KMnO_4 sampai warna ungu ³
- Kocoklah hati-hati dan tunggu dulu sampai warna ungu hilang sebelum penambahan permanganate selanjutnya.
- Teruskan titrasi sampai terlihat warna ungu dan tak hilang lagi. Pada titik akhir titrasi suhu harus diatas 60° C.
- Tetapkan blanko, bersamaan dengan pekerjaan tersebut diatas.

$$\text{Normalitas KMnO}_4 = \frac{\text{g Na}_2\text{C}_2\text{O}_4}{(A-B) \times 0,067}$$

Dimana :

- A = mL titrasi contoh
- B = mL titrasi blanko
- 0,067 = BE $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$

4) Larutan baku mangan siapan

Lakukan pengenceran terhadap larutan sediaan KMnO_4 yang telah diketahui normalitasnya, sehingga kadar larutan menjadi 0,01 N.

1 mL KMnO_4 0,01 N = 0,11 Mn

e) PROSEDUR

1) Pengerjaan contoh, baku (standar) dan blanko

- Ke dalam beberapa Erlenmeyer 250 mL, masukkan masing-masing :
 - a. 100 mL contoh air yang mengandung 0,005 - 1,5 mg Mn.
 - b. 100 mL air suling sebagai blanko

CARA UJI KADAR MANGAN DALAM AIR

c. 0,05 mL; 0,1 mL; 0,2 mL; 0,3 mL; dan seterusnya secara bertingkat larutan baku Mn yang mengandung 1 mL = 0,11 mg dan terhadap setiap baku ditambah 50 mL air suling.

- Ke dalam setiap Erlenmeyer tambahkan 5 mL pereaksi khusus
- Panaskan dan didihkan selama 5 menit = *(minit)*.
- Pindahkan dari pemanas dan tambahkan masing-masing 1 g ammonium persulfat
- Didihkan kembali selama 5 menit. Warna ungu kemerahan yang terjadi menunjukkan adanya unsur mangan.
- Dinginkan hingga suhu kamar
- Pindahkan secara kuantitatif ke dalam labu ukur 100 mL dan encerkan sampai tanda batas.
- Kocok sampai bercampur rata dan tentukan kadar mangan

2) Pengukuran

a. Pengukuran secara visual

- Gunakan tabung "Nessler" dengan jenis dan ukuran yang sama, bersih dan kering.
- Tempatkan beberapa buah tabung Nessler pada sebuah rak dengan dasar putih dan terang.
- Pindahkan secara kuantitatif larutan baku blanko dan contoh ke dalam tabung Nessler.
- Bandingkan warna contoh terhadap blanko dan baku
- Hitung kadar mangan dari contoh dalam mg/liter

b. Pengukuran secara spektrofotometer

Table : Penggunaan Kuvet Berdasarkan Kadar Mangan

Kadar mangan (mg)	Ketebalan Kuvet (cm)
0,005 - 0,2	15
0,02 - 0,4	5
0,05 - 1,0	2
0,10 - 1,5	1

→ *lintasan cahaya.*

CARA UJI KADAR MANGAN DALAM AIR

- Gunakan spektrofotometer yang bekerja pada panjang gelombang 525 nm yang dilengkapi dengan kuvet yang mempunyai ketebalan 1 cm atau lebih (sesuaikan dengan table), atau gunakan fotometer filter yang mempunyai transmitansi cahaya mendekati 525 nm.
- Atur fotometeer pada absorbansi nol atau pada 100 % transmitansi terhadap blanko sebagai pembanding.
- Tetapkan nilai absorbansi atau transmitansi contoh dan masing-masing pada panjang gelombang 525 nm.
- Hitung kadar mangan dari contoh dalam mg/liter.

f) PERHITUNGAN

1) Cara visual

$$\text{Mn (mg/L)} = \frac{\text{mL standar} \times \text{mg standar} \times 1000}{\text{mL contoh}}$$

2) Cara spektrofotometer

$$\text{Mn (mg/L)} = \frac{A_1}{A_2} \cdot C$$

Dimana :

- A1 = Absorbansi atau transmitansi contoh
- A2 = Absorbansi atau transmitansi standar
- C = Kadar standar mangan

g) KETELITIAN DAN KETEPATAN

Ketelitian yang dapat dicapai dengan cara ini $\pm 0,01$ mg/liter dan ketepatan ± 10 mg/liter.

CARA UJI KADAR MANGAN DALAM AIR

2.2. ALTERNATIF LAIN CARA PENGUJIAN KADAR MANGAN DALAM AIR DENGAN ALAT SPEKTROFOTOMETER SERAPAN ATOM (SSA).

Cara alternative untuk melaksanakan pengujian kadar mangan dalam air dengan alat spektrofotometer serapan atom, dapat dilakukan dengan menggunakan Standar Nasional Indonesia :

- SNI 06 - 2497 - 1991 : Metode Pengujian Kadar Mangan Dalam Air Dengan Alat Spektrofotometer Serapan Atom Secara Langsung.
- SNI 06 - 2498 - 1991 : Metode Pengujian Kadar Mangan Dalam Air Dengan Alat Spektrofotometer Serapan Atom Secara Ekstraksi.
- SNI 06 - 2499 - 1991 : Metode Pengujian Kadar Mangan Dalam Air Dengan Alat Spektrofotometer Serapan Atom Tungku Karbon.

Selain cara pemeriksaan tersebut diatas, dapat juga dengan menggunakan metode :

- ASTM Designation : D 858 - 90 Standar Test Methods for Manganese in Water.
- AWWA 3500-Mn-D Manganese (Persulfat Method)
- U.S-EPA Method 243.1 Manganese (AA, Direct Aspiration)

Foto Penelitian Laboratorium



Foto Reaktor

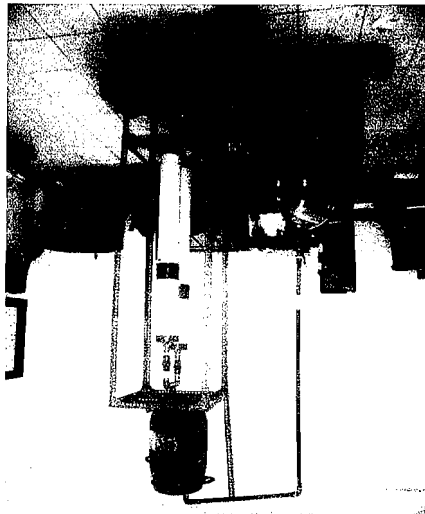


FOTO-FOTO PENELITIAN