

**STUDI PEMANFAATAN SERBUK BESI SEBAGAI
KOAGULAN UNTUK MENURUNKAN KEKERUHAN
PADA AIR BAKU PDAM KOTA PONTIANAK**

Tugas Akhir

**Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana S-1 Teknik Lingkungan**



Disusun Oleh:

Tera Desy Harysanty

99 513 011

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2004**

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**STUDI PEMANFAATAN SERBUK BESI SEBAGAI
KOAGULAN UNTUK MENURUNKAN KEKERUHAN
PADA AIR BAKU PDAM KOTA PONTIANAK**

dipersiapkan dan disusun oleh

**Tera Desy Harysanty
99 513 011**

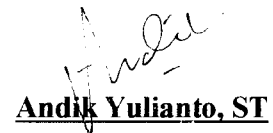
**Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
pada tanggal 10 Januari 2004**

Susunan Dewan Penguji

Pembimbing I

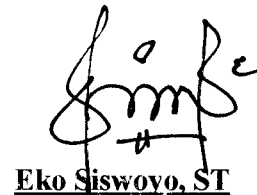

Luqman Hakim, ST. M.Si

Tim Penguji


Andik Yulianto, ST

Pembimbing II


Hudori, ST


Eko Siswoyo, ST

**Tugas akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar sarjana S-1**

Tanggal 10 Januari 2004


Ir. H. Kasam, MT
Ketua Jurusan Teknik Lingkungan

MOTTO

“Dan bersama kesukaran pasti ada kemudahan, karena itu bila telah selesai suatu pekerjaan, mulailah dengan yang lain dan bersungguh-sungguhlah.

Hanya kepada Tuhanmu hendaknya engkau berharap”

(Asy Syarh 6-8)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Untuk yang tersayang:

Bapak dan Ibu

Saudara-saudaraku Kak Eka, Bang Dodi dan Anti

Masku Djasun

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur saya panjatkan atas kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis akhirnya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia

Suatu kehormatan dan kebahagiaan bagi penulis atas semua kemudahan dan bantuan dari semua pihak selama penyusunan tugas akhir ini. Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan dorongan semangat dan bimbingan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Widodo, MSCE, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta
2. Bapak Ir. H. Kasam, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta
3. Bapak Luqman Hakim, ST, MSi dan Bapak Hudori, ST, selaku Dosen Pembimbing yang dengan sabar memberikan bimbingan dan pengarahan selama penyusunan tugas akhir ini
4. Bapak Andik Yulianto ST dan Bapak Eko Siswoyo ST, selaku Dosen Penguji

5. Bapak Kamaluddin dan Ibu Normah selaku orang tua penulis yang terus berdoa dan memberikan semangat untuk menyelesaikan kuliah.
6. Bapak Petrus Kamusi, A.md, selaku Direktur Bidang Umum Perusahaan Daerah Air Minum Kotamadya Pontianak-Kalimantan Barat.
7. Bapak Lajito, ST selaku Kepala Bagian Produksi Perusahaan Daerah Air Minum Kotamadya Pontianak-Kalimantan Barat.
8. Bapak Afandi, ST selaku Kepala Seksi Laboratorium Perusahaan Daerah Air Minum Kotamadya Pontianak-Kalimantan Barat.
9. Seluruh Staf Direksi Perusahaan Daerah Air Minum Kota Pontianak
10. Teman-teman yang telah membantu sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, masih banyak terdapat kekurangan didalamnya. Oleh karena itu, koreksi dan saran yang membangun diharapkan pula dari semua pihak. Akhirnya semoga tugas akhir ini dapat dimanfaatkan serta dipergunakan oleh berbagai pihak yang berkepentingan.

Wassalamu 'alaikum Wr.Wb

Jogjakarta, Januari 2004

Tera Desy Harysanty

1.4. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari pemanfaatan ssrbuk besi sebagai koagulan dalam proses koagulasi-flokulasi
2. Mengetahui efektifitas koagulan serbuk besi terhadap penurunan tingkat kekeruhan.
3. Mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penurunan kekeruhan

1.5. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi kepada pihak penyediaan air bersih bahwa serbuk besi dapat digunakan sebagai koagulan untuk menurunkan kekeruhan pada proses koagulasi-flokulasi.
2. Dapat dijadikan salah satu alternatif dalam mengatasi masalah pengolahan air bersih dengan pemanfaatan serbuk besi sebagai koagulan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
ABSTRAKSI	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH.....	3
1.3. BATASAN MASALAH.....	4
1.4. TUJUAN PENELITIAN.....	5
1.5. MANFAAT PENELITIAN.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. AIR BAKU	6
2.2. STANDAR KUALITAS AIR BERSIH.....	7

2.3. PROSES PENGOLAHAN AIR.....	7
2.4. KEKERUHAN DALAM AIR	9
2.5. BESI DALAM AIR	14
2.6. KOAGULAN BESI	15
2.7. KOAGULAN DAN DESTABILISASI.....	19
2.8. PROSES FLOKULASI.....	24
2.9. LANDASAN TEORI.....	26
2.10. HIPOTESA	29
 BAB III METODE PENELITIAN	 30
3.1. LOKASI PENELITIAN.....	30
3.2. PARAMETER DAN VARIABEL PENELITIAN	30
3.3. PENGAMBILAN SAMPEL AIR BAKU DAN PENELITIAN	31
3.4. PEMERIKSAAN KOMPOSISI KIMIA SERBUK BESI	36
3.5. ANALISA DATA.....	37
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	 42
4.1. KUALITAS AIR BAKU	42
4.2. PENENTUAN KONSENTRASI DAN DOSIS KAPUR	44
4.3. PENENTUAN KONSENTRASI DAN DOSIS SERBUK Fe...	48
4.4. PENGARUH KECEPATAN KOAGULASI-FLOKULASI TERHADAP KEKERUHAN	55
4.5. SERBUK BESI SEBAGAI KOAGULAN	60

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	63
5.1. KESIMPULAN	63
5.2. SARAN	64
DAFTAR PUSTAKA	65
LAMPIRAN.....	67

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Spektrum ukuran partikel.....	10
Tabel 2.2.	Jenis partikel koloid dan tersuspensi.....	11
Tabel 4.1.	Data hasil pemeriksaan parameter fisik dan kimia air baku	42
Tabel 4.2.	Analisa kualitas air baku setelah proses koagulasi-flokulasi ...	54
Tabel 4.3.	Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap kekeruhan.....	55
Tabel 4.4.	Data hasil uji Anova.....	56
Tabel 4.5.	Data analisis limbah serbuk besi	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Skema lapisan ganda disekeliling partikel koloid	13
Gambar 2.2.	Proses pembentukan oksida besi	17
Gambar 2.3.	Kerja koloid dan koagulan saat terjadi aglomerasi	21
Gambar 3.1.	Diagram alir metode penelitian	41
Gambar 4.1.	Grafik hubungan konsentrasi kapur dengan pH	44
Gambar 4.2.	Grafik hubungan konsentrasi kapur dengan kekeruhan	44
Gambar 4.3.	Grafik hubungan dosis kapur dengan pH	46
Gambar 4.4.	Grafik hubungan dosis kapur dengan kekeruhan	46
Gambar 4.5.	Grafik hasil pemeriksaan penentuan konsentrasi serbuk Fe ...	49
Gambar 4.6.	Grafik penentuan konsentrasi serbuk Fe optimum	50
Gambar 4.7.	Grafik hubungan dosis serbuk Fe dengan kekeruhan	51
Gambar 4.8.	Grafik hubungan dosis serbuk Fe dengan pH	51

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Standar kualitas air minum sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002
- Lampiran 2 Surat ijin pengujian kandungan serbuk besi
- Lampiran 3 Data analisis kandungan Fe dalam serbuk besi
- Lampiran 4 Data analisis kandungan Al dan Mg dalam serbuk besi
- Lampiran 5 Surat keterangan penelitian dari PDAM Kota Pontianak
- Lampiran 6 Denah PDAM Kota Pontianak
- Lampiran 7 Data primer dan sekunder hasil penelitian laboratorium PDAM
- Lampiran 8 Dokumentasi pelaksanaan penelitian di laboratorium PDAM
- Lampiran 9 Tabel nilai F derajat kebebasan untuk pembilang

ABSTRAKSI

Sungai Kapuas merupakan salah satu sumber air permukaan yang selama ini digunakan oleh PDAM kota Pontianak sebagai sumber air baku. Masalah yang sering dihadapi dalam pengolahan air baku yang berasal dari air sungai adalah tingkat kekeruhan yang tinggi. Kekeruhan air disebabkan hadirnya partikel-partikel koloid yang dapat berasal dari partikel tanah, lempung maupun lanau. Selain itu beberapa material organik maupun anorganik dapat mempengaruhi kualitas air. Air sungai umumnya memiliki fluktuasi harian, baik kekeruhan maupun warna.

Serbuk besi yang berasal dari limbah pemotongan atau gergajian besi dapat dimanfaatkan sebagai koagulan. Serbuk besi yang digunakan sebagai koagulan pada penelitian ini telah mengalami oksidasi dan membentuk korosif besi. Koagulan serbuk besi dapat bekerja dengan baik pada pH antara 8-11, oleh karena itu sebelum menentukan konsentrasi dan dosis optimum koagulan serbuk besi, maka ditambahkan Ca(OH)_2 sebagai kontrol pH. Penentuan konsentrasi serbuk besi ditetapkan berdasarkan pertimbangan penurunan tingkat kekeruhan.

Penggunaan Ca(OH)_2 optimum (konsentrasi 8% dengan dosis 3 ml) dan serbuk besi optimum (konsentrasi 2,5% dengan dosis 3 ml) pada proses koagulasi-flokulasi dapat menurunkan tingkat kekeruhan dengan efisiensi hingga 84,15%. Air baku dengan kekeruhan awal 20,5 NTU setelah proses koagulasi-flokulasi dapat diturunkan hingga 3,25 NTU, sehingga kekeruhan air memenuhi syarat kualitas air minum sesuai dengan Keputusan menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/SK/VII/200.

Penurunan kekeruhan pada proses koagulasi-flokulasi dapat dipengaruhi oleh banyak faktor salah satunya kecepatan pengadukan. Pada waktu pengaturan kecepatan pengadukan dari kecepatan koagulasi beralih menuju kecepatan flokulasi dilakukan berangsur-angsur turun atau bertahap agar flok yang terbentuk tidak terpecah kembali, sehingga partikel koloid bersama koagulan dapat mengendap sempurna dan kekeruhan turun lebih optimum.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Air merupakan sumber daya alam dan bahan terpenting untuk menunjang kelangsungan hidup manusia. Air tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sehari-hari, sehingga diperlukan penanganan yang berkelanjutan. Sebagian besar air baku untuk penyediaan air bersih diambil dari air permukaan seperti sungai, danau, kolam dan sebagainya. Air sungai sebagai salah satu sumber air baku secara kuantitatif relatif lebih besar bila dibandingkan dengan sumber air baku lain.

Pada wilayah Pontianak banyak terdapat sungai dan parit yang keseluruhannya berjumlah 33 sungai dan parit, dengan sungai terpanjang yaitu sungai Kapuas. Sungai Kapuas yang terletak disepanjang kota Pontianak, merupakan salah satu sumber air permukaan yang oleh sebagian masyarakat digunakan untuk keperluan sehari-hari serta sebagai alat transportasi.

Sungai Kapuas memiliki tingkat kekeruhan yang cukup tinggi, serta beberapa parameter lain yang belum memenuhi standar kualitas air minum. Oleh karena itu, diperlukan proses pengolahan air terlebih dahulu sebelum dikonsumsi oleh masyarakat. Masyarakat pada umumnya mengkonsumsi air bersih dari

PDAM dan ada juga yang memanfaatkan air hujan sebagai sumber air bersih.

Partikel-partikel koloid mempengaruhi tingkat kekeruhan yang terjadi pada air sungai, dapat disebabkan oleh kegiatan alam maupun manusia. Komposisi kimia yang terkandung dalam air permukaan sangat tergantung daerah yang dilaluinya. Umumnya air permukaan akan memiliki kekeruhan yang cukup tinggi, ditandai dengan tingginya konsentrasi *suspended solids*. Selain itu juga terdapat beberapa material organik dan plankton yang dapat mempengaruhi kualitas air. Air permukaan juga mempunyai fluktuasi harian, baik temperatur maupun kandungan kimia lain seperti oksigen, besi, mangan maupun jenis logam lainnya. Tiap elemen tersebut memiliki variasi yang berbeda-beda sepanjang tahun (Anonim, 1991)

Hadirnya material berupa koloid menyebabkan air menjadi tampak keruh yang secara estetika kurang menarik dan mungkin bisa berbahaya bagi kesehatan. Kekeruhan juga dapat disebabkan oleh partikel-partikel tanah liat, lempung maupun lanau (Tebbutt, 1982).

Adapun salah satu pengolahan untuk menurunkan kekeruhan yang terkandung dalam air adalah dengan proses koagulasi–flokulasi. Partikel dengan ukuran butir sangat kecil tidak dapat diendapkan dalam unit sedimentasi. Oleh karena itu biasanya terlebih dahulu ditambahkan bahan kimia penghasil flok kedalam air untuk menangkap atau menjaring partikel yang sukar mengendap (koloid), sehingga membentuk zat yang lebih berat dan lebih besar yang dapat mengendap secara gravitasi. Pada proses penjernihan air, koagulasi-flokulasi

biasanya diikuti dengan proses pengendapan. Koagulan yang umumnya digunakan berasal dari unsur aluminium dan besi (Anonim, 1991).

Kaitannya dengan peningkatan mutu air, penelitian ini akan mencoba mengetahui pemanfaatan serbuk besi yang selama ini dianggap sebagai limbah untuk dapat dikembangkan sebagai koagulan. Penelitian dengan pemanfaatan koagulan serbuk besi nantinya diharapkan dapat diaplikasikan oleh pihak penyedia air minum atau masyarakat pada umumnya. Air baku yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari air sungai Kapuas yang terletak di daerah Imam Bonjol, dimana lokasi tersebut merupakan tempat pengambilan air baku untuk PDAM Pontianak-Kalimantan Barat.

Selain itu hal yang perlu diperhatikan dalam optimalisasi proses koagulasi-flokulasi sehingga terbentuk flok yaitu kecepatan pengadukan saat pengolahan. Oleh karena, itu perlu diketahui pula pengaruh kecepatan pengadukan pada proses koagulasi-flokulasi terhadap penurunan kekeruhan air baku setelah pengendapan.

1.2. RUMUSAN MASALAH

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

1. Apakah serbuk besi sebagai koagulan pada proses koagulasi-flokulasi dapat menurunkan kekeruhan ?
2. Apakah dengan memanfaatkan serbuk besi sebagai koagulan dapat menghasilkan kekeruhan air yang memenuhi syarat air minum ?

3. Apakah kecepatan pengadukan pada proses koagulasi-flokulasi berpengaruh terhadap penurunan kekeruhan ?

1.3. BATASAN MASALAH

Penelitian ini menitikberatkan pada pengaruh koagulan serbuk besi terhadap penurunan tingkat kekeruhan air baku PDAM Pontianak. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan untuk menurunkan kekeruhan dengan proses koagulasi-flokulasi menggunakan Ca(OH)_2 dan koagulan serbuk besi melalui metode Jar-test.
2. Serbuk besi berasal dari limbah pemotongan dan penggergajian besi yang berlokasi di Jalan Kaliurang Km.11 Jogjakarta.
3. Serbuk besi yang digunakan sebagai koagulan telah mengalami oksidasi dan membentuk korosif besi (FeO)
4. Penelitian ini mengabaikan faktor bakteriologis air baku dan kedalaman *blades*.
5. Air baku yang digunakan pada penelitian berasal dari sungai Kapuas
6. Pengambilan sampel dan pemeriksaan air dilakukan di laboratorium PDAM Pontianak, dimana air baku telah dialirkan dari intake menuju laboratorium untuk dilakukan pemeriksaan.

1.4. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari pemanfaatan ssrbuk besi sebagai koagulan dalam proses koagulasi-flokulasi
2. Mengetahui efektifitas koagulan serbuk besi terhadap penurunan tingkat kekeruhan.
3. Mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penurunan kekeruhan

1.5. MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi kepada pihak penyediaan air bersih bahwa serbuk besi dapat digunakan sebagai koagulan untuk menurunkan kekeruhan pada proses koagulasi-flokulasi.
2. Dapat dijadikan salah satu alternatif dalam mengatasi masalah pengolahan air bersih dengan pemanfaatan serbuk besi sebagai koagulan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. AIR BAKU

Sebenarnya dimuka bumi ini terdapat cukup banyak air dan kurang lebih 7% dari massa bumi adalah berupa air. Akan tetapi 97% air alam berupa air asin (sebagai air laut) dan sebagian besar dari sisanya 2,3% berupa air es di kutub bumi dan kurang lebih 0,7% air di bumi yang berupa air tawar sebagaimana yang terdapat di danau, sungai, lapisan akuifer dan di atmosfer (Tebbutt, 1982).

Beberapa sumber air yang dapat dijadikan sebagai sumber air baku antara lain: air hujan, air tanah, mata air dan air permukaan. Air permukaan merupakan air hujan yang mengalir di permukaan bumi. Penyebab utama menurunnya kualitas air permukaan adalah kegiatan pemukiman dan adanya buangan limbah domestik, industri maupun pertanian. Kota yang mengandalkan air baku dari air permukaan akan mengalami kesulitan besar apabila sumber tersebut tercemar berat oleh kegiatan-kegiatan di atas (Anonim, 1970).

Komposisi kimia yang terkandung dalam air permukaan sangat tergantung daerah yang dilaluinya. Umumnya air permukaan akan memiliki kekeruhan yang cukup tinggi, ditandai dengan tingginya konsentrasi *suspended solids*. Selain itu juga terdapat beberapa material organik dan plankton yang dapat mempengaruhi

kualitas air. Air permukaan juga mempunyai fluktuasi harian, baik temperatur maupun kandungan kimia lain seperti O₂, besi, mangan dan permanganat. Tiap elemen tersebut memiliki variasi yang berbeda-beda sepanjang tahun. (Anonim, 1991)

2.2. STANDAR KUALITAS AIR BERSIH

Standar kualitas air adalah baku mutu air yang ditetapkan berdasarkan sifat-sifat fisik, kimia dan biologis yang menunjukkan kualitas air tersebut. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002 Tanggal 29 Juli 2002, yang dimaksud dengan air minum adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum, sebagaimana terlampir (lampiran 1)

Mengingat pentingnya peran air bagi kelangsungan hidup manusia, maka air yang akan dikonsumsi harus memenuhi standar kualitas air minum sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002

2.3. PROSES PENGOLAHAN AIR

Air seringkali memiliki komposisi yang sangat kompleks oleh karena itu diperlukan modifikasi dari komposisi tersebut agar dapat disesuaikan dengan penggunaannya. Ini berarti berbagai proses pengolahan diperlukan untuk mengatasi kehadiran beranekaragamnya kontaminan yang mungkin ditemukan.

Menurut Tebbutt (1982), kontaminan yang mungkin ditemukan pada air baku dalam bentuk-bentuk sebagai berikut:

- a. Material-material kasar tersuspensi atau terapung dalam air seperti : daun, cabang, ranting, kayu dan sebagainya.
- b. Material-material halus tersuspensi dan koloidal dalam air seperti: partikel-partikel lumpur dan lempung serta mikroorganisme.
- c. Material-material terlarut dalam air seperti: alkalinitas, kesadahan dan asam-asam organik.
- d. Gas-gas terlarut seperti: karbondioksida dan hydrogen sulfida.
- e. Cairan-cairan terlarut seperti: lemak, pelumas dan minyak.

Anonim (1991) menyebutkan material yang terkandung dalam air dapat dikategorikan sebagai berikut (Anonim,1991):

- a. *Suspended Solids*, yaitu material yang berasal dari mineral dasar seperti pasir, lumpur, lempung dan material organik yang berasal dari dekomposisi tumbuhan maupun hewan.
- b. Partikel koloid, yaitu partikel dengan ukuran kurang dari 1 mikron, yang materialnya sama dengan *suspended solid* tapi dengan ukuran yang lebih kecil. Partikel ini juga sangat mempengaruhi kekeruhan dan warna air. Biasanya partikel ini mengendap dengan waktu yang cukup lama karena partikelnya cenderung melayang dalam air.
- c. Zat-zat terlarut, biasanya berupa kation dan anion, merupakan bagian dari bahan organik yang terlarut, seperti gas O_2 , CO_2 dan H_2S

Terdapat tiga tingkat proses pengolahan air, yaitu (Anonim, 1970):

- a. Pengolahan fisik, yaitu proses pengolahan yang ditujukan untuk mengurangi atau menghilangkan kotoran-kotoran yang kasar, penyisihan lumpur dan pasir serta mengurangi kadar zat-zat organik yang ada dalam air yang akan diolah. Contoh-contoh tipikal dari proses jenis ini adalah penyaringan (*screening*), pengendapan (*sedimentasi*), filtrasi dan gas transfer.
- b. Pengolahan kimia, yaitu pengolahan dengan menggunakan zat-zat kimia untuk membantu proses pengolahan selanjutnya dengan memanfaatkan sifat-sifat kimia dari reagen yang ditambahkan ke dalam air, misalnya dengan pembubuhan koagulan alum atau besi, pembubuhan kapur dalam proses pelunakan dan sebagainya.
- c. Pengolahan bakteriologis, yaitu pengolahan yang bertujuan membunuh bakteri-bakteri yang terkandung dalam air, misalnya dengan jalan menggunakan kaporit

2.4. KEKERUHAN DALAM AIR

Kekeruhan menunjukkan sifat optis air, yang mengakibatkan pembiasan cahaya kedalam air. Kekeruhan membatasi masuknya cahaya ke dalam air. Kekeruhan ini terjadi karena adanya bahan yang terapung, dan terurainya zat tertentu, seperti bahan organik, jasad renik, lumpur, tanah liat dan benda lain yang melayang atau terapung dan sangat halus. Semakin keruh air, semakin tinggi daya hantar listriknya dan semakin banyak pula padatnya (Kristanto, 2002).

Partikel yang terkandung dalam air dapat terjadi karena adanya erosi tanah yang dilalui oleh aliran air. Kation-kation yang terdapat dalam partikel lempung adalah Na^+ , K^+ , Ca^+ , H^+ , Al^{3+} dan Fe^{3+} , berurutan menurut besarnya gaya adsorpsi yang dialami. Dari urutan kation tersebut, terlihat partikel yang mengandung Na^+ dan K^+ sangat stabil dan sukar mengendap karena hanya sedikit yang mengalami gaya adsorpsi, sedangkan partikel yang mengandung Al^{3+} dan Fe^{3+} kurang stabil dan mudah mengendap.

Adapun zat yang tidak dapat mengendap tanpa bantuan bahan kimia atau koagulan antara lain adalah unsur organik atau dari limbah domestik. Jenis dan ukuran partikel koloid dalam air yang sukar mengendap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.1 Spektrum Ukuran Partikel

No.	Jenis Partikel	Bahan Penyusun	Ukuran (mikron)
1	Molekul	-	$10^{-10} - 10^{-8}$
2	Koloid	-	$10^{-8} - 10^{-5}$
3	Tersuspensi	Clay FeOH CaCO ₃ SiO ₂	
4	Bakteri		$10^{-6} - 10^{-5,5}$
5	Alga		$10^{-6} - 10^{-4,5}$
6	Virus		$10^{-7,5} - 10^{-8,5}$

Sumber : Fair, 1968

Untuk menghilangkan zat-zat tersebut diatas, cara yang umum dilakukan adalah dengan proses sedimentasi, akan tetapi untuk ukuran partikel yang sangat

kecil seperti partikel koloidal dan partikel tersuspensi memerlukan waktu yang sangat lama, seperti dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Jenis Partikel Koloid dan Tersuspensi

No.	Jenis Partikel	Diameter (mm)	Waktu Pengendapan
1	Kerikil	10	0,3 detik
2	Pasir halus	0,1	33,0 detik
3	Silt	0,01	38,0 detik
4	Bakteri	0,001	55,0 jam
5	Koloid	0,0001 – 0,000001	230,0 hari–6,3 tahun

Sumber: Anonim, 1971

2.4.1. Dispersi Koloid

Dispersi koloid terdiri atas partikel-partikel diskrit yang tetap dalam keadaan tersuspensi akibat ukurannya yang sangat kecil berikatan secara kimiawi dengan air dan karena adanya muatan listrik pada permukaannya.

Dispersi koloid digolongkan menjadi dua macam yaitu:

1) Koloid hidrofilik

Kestabilan koloid jenis ini disebabkan oleh afinitas yang besar terhadap air, hanya sedikit yang dapat terdestabilisasi. Adanya gaya tarik-menarik yang sangat kuat terhadap air, koloid ini biasanya membutuhkan dosis koagulan yang lebih besar dari pada dosis untuk koloid jenis hidrofobik. Contoh koloid ini adalah sabun, deterjen sistesis dan serum darah merah.

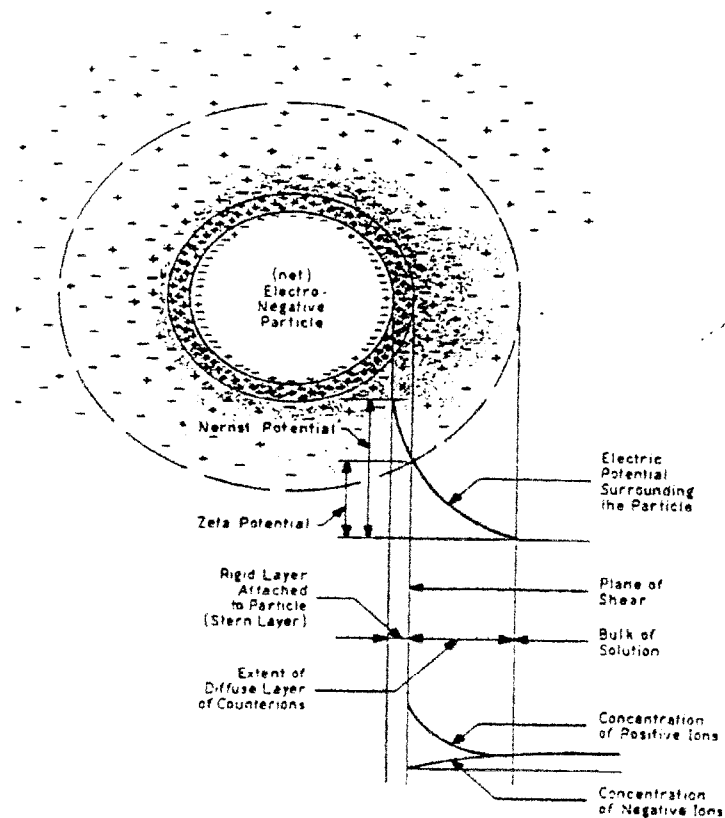
2) Koloid hidrofobik

Koloid ini tidak berafinitas terhadap air dan menjadi stabil karena muatan yang dimilikinya. Contoh koloid dari jenis ini adalah koloid oksida metal dan oksida non metal. Adanya muatan yang sama pada permukaan masing-masing partikel menimbulkan gaya tolak-menolak yang menghambat terjadinya penggabungan antar partikel (Johannes, 1973).

2.4.2. Konsep Zeta potensial

Konsep ini berasal dari teori lapisan ganda difusi yang diterapkan pada permukaan lapisan koloid. Partikel koloid mempunyai muatan listrik yang sangat mempengaruhi sifatnya. Muatan pokok yang dimiliki partikel tersebut menarik ion-ion larutan disekelilingnya. Muatan pokok partikel tersebut menarik ion-ion larutan yang bermuatan berlawanan. Perbedaan konsentrasi antara kation dan anion menyebabkan terbentuknya suatu medan elektrostatik. Jika muatan pokok tersebut cukup besar maka akan terbentuk lapisan tetap disekelilingnya, yang mengandung ion-ion muatan berlawanan. Lapisan tetap tersebut dinamakan lapisan stern yang dikelilingi lagi oleh lapisan lain yang berlawanan, disebut lapisan difusi. Konsentrasi ion dilapisan difusi ini bervariasi, ion yang bermuatan sama dengan muatan pokok, konsentrasinya lebih rendah daripada muatan yang berlawanan dengan muatan pokok. Hal ini berlaku baik untuk lapisan stern maupun difusi.

Skema lapisan ganda yang mengelilingi partikel koloid digambarkan pada skema berikut:



Gambar 2.1. Skema lapisan ganda disekeliling partikel koloid (Eckenfelder, 1966)

Perbedaan konsentrasi antara kation dan anion menyebabkan terbentuknya suatu medan elektrostatik. Potensial yang paling menentukan dalam tingkah laku partikel koloid adalah potensial pada permukaan batas antara lapisan stern dan lapisan difusi atau disebut permukaan geser, sedangkan potensial pada permukaan ini dinamakan potensial zeta.

Koagulasi dari elektrolit berdasarkan penurunan potensial zeta dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Z = \frac{4\pi\eta v}{k} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana: Z = zeta potensial

η = viskositas (kekentalan)

ν = mobilitas ion

k = tetapan dielektrik

Kestabilan dapat dikurangi dengan memperkecil potensial zeta, dengan cara menambahkan ion dari muatan berlawanan. Dengan bertambahnya ion dari muatan yang berlawanan, perbedaan muatan dapat dikurangi dan ketebalan difusi dan stern berkurang pula. Hal ini memungkinkan partikel untuk saling mendekat/berdekatan. Jika partikel cukup dekat satu sama lain, maka daya tarik menarik antar partikel (gaya *Van Der Walls*) dan kontak yang diakibatkan oleh adanya gerak termal yang dikenal dengan gerak *Brown*, mengakibatkan terjadinya tumbukan partikel-partikel sehingga terbentuk flok yang cukup besar dan mudah mengendap (Johannes, 1973).

2.5. BESI DALAM AIR

Besi adalah salah satu elemen kimiawi yang dapat ditemui pada hampir setiap tempat di bumi, pada semua lapisan geologis dan semua badan air. Pada umumnya besi yang ada di dalam air bersifat:

- a) Terlarut sebagai Fe^{2+} (fero) atau Fe^{3+} (feri)
- b) 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
- c) Tergabung dengan zat organis atau zat padat yang inorganis (seperti tanah liat)

Dalam air sungai besi berada sebagai Fe^{2+} , Fe^{3+} terlarut dan Fe^{3+} dalam bentuk senyawa organik berupa koloidal (Alaerts, 1984).

Pada air permukaan keberadaan besi (Fe) dapat berupa partikel tersuspensi atau partikel terlarut dalam air. Unsur besi ini masuk bersama dengan limbah industri logam atau akibat operasi tambang batu bara. Besi merupakan unsur kimia yang dapat mempengaruhi kualitas air. Unsur ini di dalam air mudah bergabung dengan karbondioksida (CO_2) dan gabungan ini akan mudah larut dalam air. Efek negatif dari adanya larutan besi yang melebihi ambang batas adalah warna yang ditimbulkan menjadi kuning kecoklatan dan menimbulkan noda pada peralatan dan bahan yang berwarna putih. Selain itu juga dapat menimbulkan rasa dan bau yang tidak enak (Anonim, 1971). Gejala klinis akibat kandungan Fe yang berlebih dalam tubuh, dapat mengakibatkan defisiensi Fe, yang dapat mempengaruhi tingkah laku dan sistem syaraf pusat (Darmono, 1995)

Atas dasar pertimbangan tersebut diatas, maka ditetapkan standar konsentrasi maksimum kadar besi dalam air bersih. Dengan dipenuhinya standar kualitas air bersih tersebut, diharapkan berbagai hal yang tidak dikehendaki diatas dapat dihindari (Widiyanto, 1996).

2.6. KOAGULAN BESI

Partikel dengan ukuran butir sangat kecil tidak dapat diendapkan dalam unit sedimentasi. Oleh karena itu biasanya terlebih dahulu ditambahkan bahan kimia penghasil flok kedalam air untuk menangkap atau menjaring partikel yang sukar mengendap (koloid) sehingga membentuk zat yang lebih berat dan lebih

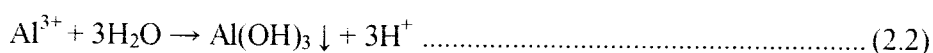
besar yang dapat mengendap secara gravitasi. Koagulan sendiri adalah zat terlarut yang dapat mentransfer ionnya kepada zat yang ada dalam air (koloid) sehingga terjadi presipitasi. Pada proses penjernihan air, koagulasi dan flokulasi biasanya diikuti dengan proses pengendapan. Zat-zat koagulan terdiri dari koagulan organik dan koagulan anorganik (Anonim, 1991).

Koagulan adalah suatu bahan kimia aktif, umumnya terbuat dari bahan sintetis yang bahan utamanya adalah garam logam aluminium atau besi. Dalam hal ini koagulan sebagai salah satu usaha mendestabilisasikan partikel koloid, kekuatan ion inilah yang berfungsi menimbulkan destabilisasi partikel koloid sehingga lapisan difusi akan mengecil dan memungkinkan terjadinya gaya tarik-menarik antar ion-ion dari koagulan dengan partikel koloid (Johannes, 1973).

Koagulan yang paling umum digunakan adalah garam aluminium dan besi.

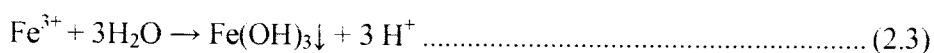
1. Garam aluminium

Reaksi yang terjadi ketika aluminium (Al^{3+}) ditambahkan kedalam air akan menghasilkan bentuk aluminium hidroksida yang mudah mengendap. Berikut ini reaksi yang terjadi:



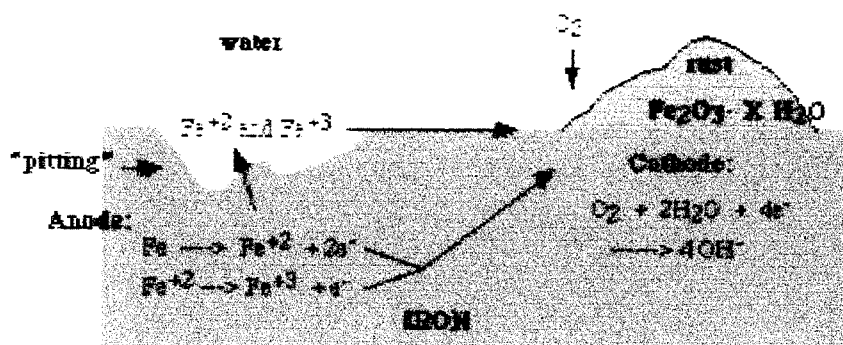
2. Garam besi

Pada prinsipnya, reaksi yang terjadi dengan menggunakan garam besi sama halnya dengan penggunaan koagulan garam aluminium, yaitu sebagai berikut:



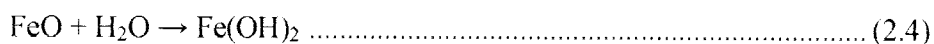
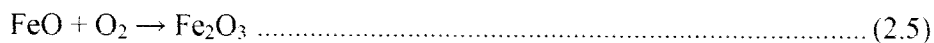
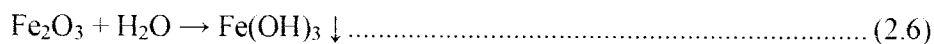
Koagulan yang berasal dari unsur besi akan bereaksi dengan air dan membentuk *ferric hydroxide* yang mudah mengendap (Anonim, 1991)

Serpihan atau serbuk besi merupakan salah satu masalah yang dihadapi pabrik penghasil logam atau besi. Serbuk besi yang dihasilkan dari limbah produksi besi ini akan menghasilkan oksida besi. Terbentuknya senyawa ini dikarenakan serbuk besi yang dibiarkan begitu saja sebagai limbah, akan bereaksi dengan udara, kelembaban ataupun cairan dan dapat menghasilkan oksida besi, seperti gambar berikut:



Gambar 2.2 Proses Pembentukan Oksida Besi (Hammer, 1986)

Proses yang dihasilkan dari *electrochemical* yang terjadi antara besi sebagai anoda dan oksigen sebagai katoda, akan membentuk oksida besi. Penggunaan serbuk besi dalam pengolahan air akan membantu proses pembentukan flok pada kondisi pH optimum. Reaksi yang terjadi yaitu:



Menurut reaksi diatas, Fe(OH)₂ dan Fe(OH)₃ merupakan inti flok dan akan mengendap sehingga dapat membantu dalam proses penurunan kekeruhan dalam air (Widiyanto, 1996).

Koagulan besi sebenarnya lebih murah daripada alum, akan tetapi residu besi dalam larutan dapat mengakibatkan gangguan-gangguan khusus karena sifatnya yang menghasilkan noda-noda pada pakaian, namun gangguan ini tidak akan terjadi bila presipitasi koagulan besi dapat berlangsung sempurna (Tebbutt, 1982).

2.6.1. Dosis Koagulan

Pemilihan dosis koagulan yang optimal tidak dapat ditentukan begitu saja, karena pemilihan jenis dan dosis koagulan pada proses koagulasi - flokulasi dalam pengolahan air akan sangat menentukan destabilisasi koloid. Metode yang paling umum digunakan untuk menentukan jenis dan dosis koagulan adalah metode Jar test. Metode ini merupakan stimulant proses koagulasi–flokulasi dalam skala laboratorium. Dalam analisa Jar test tidak hanya dipantau dari besar kecilnya putaran, dosis koagulan, pengendapan, kekeruhan, besar kecilnya flok, cepat lambatnya flok, akan tetapi pH air pada proses koagulasi-flokulasi juga harus dianalisa. Pembubuhan koagulan dapat berbentuk kristal maupun larutan sesuai dengan dosis hasil proses koagulasi – flokulasi melalui metode Jar test (Al-Layla, 1978).

2.6.2. Sifat dan Karakteristik Koagulan

Sifat dan karakteristik koagulan besi adalah sebagai berikut:

1. Range pH dimana koagulasi–flokulasi ini dapat bekerja dengan baik adalah pH 8 – 11
2. Memerlukan alkalinitas tambahan
3. Diatas pH asam akan teroksidasi menjadi menjadi ferri hidroksida, sehingga akan mengendap (Pottier, 1968).

Kapur sebagai salah satu jenis koagulan memiliki sifat dan karakteristik sebagai berikut:

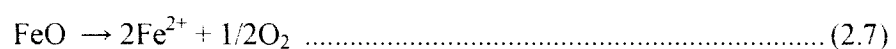
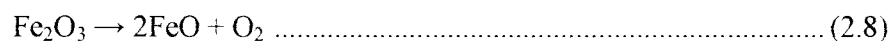
1. Kapur bersifat elektrolit, mudah terelektrolisa membentuk ion Ca^+ dan OH^- yang akan menaikkan pH
2. Lebih sering digunakan untuk kontrol pH dari pada sebagai koagulan tunggal
3. Kapur bila berkontak dengan CO_2 segera membentuk CaCO_3 yang lebih mudah mengendap.
4. Dalam pengolahan air dapat dipakai bersamaan dengan garam besi (Fe^{3+}) dan tawas.

2.7. KOAGULASI ATAU DESTABILISASI

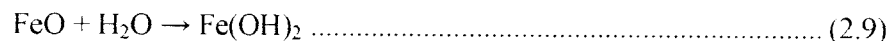
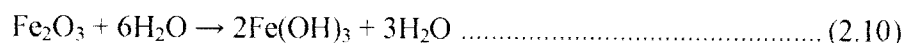
Dalam proses koagulasi selain terjadi reaksi kimia yang sangat kompleks juga terjadi koagulasi elektrokinetik, perikinitik dan orthokinetik. Latar belakang koagulasi adalah terjadinya reduksi zeta potensial, berubahnya daya tarik-menarik Van der Waals yang mengakibatkan tidak adanya keseimbangan antara daya tolak-menolak akibat elektrostatik zeta potensial dan daya tarik-menarik Van der Waals.

Langkah proses koagulasi saat pembubuhan koagulan, mengalami reaksi antara lain:

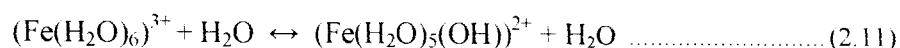
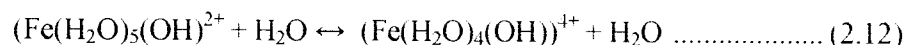
1. Reaksi penguraian (disosiasi) sebagai berikut:



2. Reaksi hidrolisa sebagai berikut:



3. Reaksi polimerisasi ion kompleks sebagai berikut:



Ion Fe^{3+} berperan sebagai elektrolit positif pada destabilisasi partikel koloid. Senyawa Fe(OH)_3 dalam bentuk presipitat berfungsi sebagai inti flok. Sedangkan ion kompleks $(\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH}))^{+}$ akan berfungsi sebagai jembatan antar partikel.

Sesuai dengan konsep destabilisasi koloid apabila konsentrasi muatan koloid rendah, maka destabilisasi sukar terjadi. Untuk itu diperlukan penambahan zat bantu koagulasi, berupa material kekeruhan yang berfungsi menambah konsentrasi muatan koloid, agar mampu berinteraksi secara efektif dengan koagulan, sehingga mempermudah pembentukan atau penggabungan partikel koloid (Prayitno, 1987).

2.7.1. Mekanisme Pembentukan Flok

Pada proses koagulasi, gugus koagulan yang terbentuk akan diadsorpsi keseluruhan permukaan partikel koloid dengan cepat. Oleh karena jenis muatan yang berbeda, maka akan terjadi tarik-menarik elektrostatis antara keduanya, sehingga akan terjadi destabilan muatan partikel koloid.

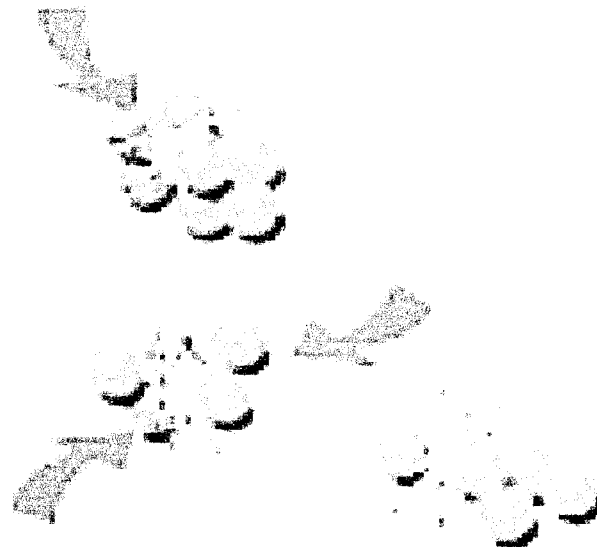
Untuk mempermudah terjadinya penggabungan partikel-partikel yang telah mengalami destabilisasi, maka kontak antar partikel dibantu dengan

pengadukan. Secara garis besar mekanisme pembentukan flok terdiri dari empat tahapan sebagai berikut :

1. Tahap destabilisasi partikel koloid
2. Tahap pembentukan mikroflok
3. Tahap penggabungan mikroflok
4. Tahap pembentukan makroflok

Tahap 1 dan 2 berlangsung selama proses koagulasi, sedangkan tahap 3 dan 4 berlangsung pada proses flokulasi. Kecepatan pengendapan dapat diperbesar dengan mengkoagulasi menjadi butir-butir kasar. Hal ini lazim dilakukan oleh koagulan aluminium atau besi.

Adapun kerja partikel koloid dengan koagulan pada saat terjadi aglomerasi hasil koagulasi dengan garam logam, dapat terlihat pada gambar berikut:



Gambar 2.3. Kerja koloid dan koagulan saat terjadi aglomerasi

2.7.2. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Koagulasi

Dalam pengolahan air, untuk mencapai proses koagulasi yang optimal, diperlukan pengaturan semua kondisi yang saling berkaitan dan mempengaruhi proses tersebut antara lain:

1. Derajat keasaman air (pH) dan alkalinitas

Proses koagulasi akan berjalan dengan baik bila berada pada daerah pH yang optimum. Untuk tiap jenis koagulan mempunyai pH optimum yang berbeda-beda satu sama lain. Koagulan besi berada pada pH 8 – 11 (Pottier, 1968). Disamping pH, alkalinitas juga mempengaruhi koagulasi dalam proses pembentukan flok. Alkalinitas air dapat membantu proses pembentukan flok dengan perannya memproduksi ion hidroksida pada reaksi hidrolisa. Alkalinitas dapat dibuat dengan menambahkan senyawa NaOH, Ca(OH)_2 dan NaHCO_3 yang sekaligus berfungsi sebagai pengatur pH sebelum proses koagulasi dilakukan. Masing-masing jenis alkalis dalam air yang dihasilkan oleh senyawa tersebut mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap hasil koagulasi, hal ini tergantung pada tingkat kekeruhan air (Johannes, 1973).

2. Tingkat kekeruhan air baku

Tingkat kekeruhan juga dijadikan suatu pertimbangan didalam proses koagulasi. Sesuai dengan teori destabilisasi, pada tingkat kekeruhan air yang rendah maka destabilisasi sukar terjadi. Sebaliknya pada kekeruhan air yang tinggi, proses destabilisasi akan dapat berlangsung dengan cepat. Tetapi bila dalam kondisi tersebut dipakai dosis koagulan yang rendah maka pembentukan flok kurang efektif.

3. Dosis koagulan dan jenis koagulan

Proses pembentukan flok untuk berbagai karakteristik kekeruhan air baku sangat dipengaruhi oleh dosis koagulan. Sedangkan dosis koagulan yang efektif sangat bergantung pada tingkat kekeruhan air baku dan jenis koagulan itu sendiri. Jenis koagulan dipilih berdasarkan pada pertimbangan segi ekonomi dan daya efektifitas dari koagulan dalam pembentukan flok.

4. Kondisi Pengadukan

Suatu hal yang penting untuk diperhatikan agar dapat diperoleh koagulasi-flokulasi yang baik adalah sistem pengadukan, yaitu dalam mencampurkan koagulan untuk pembentukan flok. Pada saat pengadukan ini harus benar-benar merata atau homogen, sehingga semua koagulan yang dibubuhkan akan bereaksi dengan partikel-partikel atau dengan ion-ion didalam suspensi. Kecepatan pengadukan yang terlalu lambat dapat menyebabkan lamanya terbentuk flok, sedangkan bila kecepatan pengadukan terlalu cepat, akan mengakibatkan terpisahnya kembali flok-flok yang telah terbentuk atau pecah kembali.

5. Temperatur

Suhu merupakan faktor yang mempengaruhi proses koagulasi flokulasi. Suhu dapat mempengaruhi pengadukan, yaitu viskositas air semakin menurun jika suhu dinaikkan dan sebaliknya (Al-Layla, 1978).

2.8. PROSES FLOKULASI

Flokulasi adalah proses penggabungan partikel-partikel hasil koagulasi menjadi partikel-partikel yang lebih besar agar mudah mengendap melalui pengadukan lambat.

Koloid yang tidak stabil cenderung untuk menggumpal membentuk flok, walaupun kecepatan penggabungan partikel ditentukan oleh banyaknya kontak yang terjadi antara partikel-partikel koloid dan efektifitas kontak yang terjadi. Dalam flokulasi kontak antara partikel dapat terjadi melalui tiga cara sebagai berikut:

1. Kontak yang diakibatkan oleh adanya gerak panas atau thermal yang dikenal dengan gerakan Brown. Flokulasi yang terjadi oleh gerak Brown ini lebih dikenal sebagai flokulasi parikinetik.
2. Kontak yang diakibatkan oleh adanya gerak media (air) misalnya gerak air yang diakibatkan oleh pengadukan. Flokulasi yang disebabkan oleh gerak media ini dikenal dengan istilah flokulasi orthokinetik
3. Kontak yang terjadi akibat kecepatan mengendap masing-masing partikel yang berbeda, sehingga partikel yang lebih besar akan menimpa partikel yang lebih kecil pada saat pengendapan.

Cara pertama dan kedua, terjadi dalam proses pembentukan mikroflok dan penggabungan mikroflok menjadi makroflok. Sedangkan cara ketiga biasanya terjadi pada proses pengendapan makroflok pada proses sedimentasi.

2.8.1. Faktor-Faktor yang mempengaruhi Proses Flokulasi

Beberapa faktor yang mempengaruhi proses flokulasi adalah sebagai berikut:

a. Pengaruh Gradien kecepatan (G)

Besarnya gradient kecepatan untuk setiap titik dalam sistem akan berbeda pada bagian yang berdekatan dengan alat pengaduk, maka gradient kecepatan (G) lebih besar dibandingkan dengan bagian cairan yang relatif jauh dari alat pengaduk atau *blade*. Persamaan yang digunakan dalam bentuk rumus sebagai berikut:

$$G = \sqrt{\frac{P}{\nu C}} \dots\dots\dots (2.13)$$

Dimana: G = Gradien kecepatan (dt^{-1})

C = Kapasitas (m^3)

P = Power input kgm^3/dt^2 (watt)

ν = Viskositas absolute zat cair kgdt^2/m^2 (Fair, et al., 1968).

b. Pengaruh lama pengadukan

Pengadukan merupakan salah satu faktor yang menunjang hasil dari proses koagulasi-flokulasi. Didalam pelaksanaannya diperlukan dua proses pengadukan yaitu pengadukan cepat dan pengadukan lambat. Pengadukan cepat dilakukan pada saat bahan koagulan ditambahkan pada air, sedangkan pengadukan lambat dilakukan untuk mendukung berlangsungnya psoses flokulasi. Pengadukan lambat harus dilakukan sangat hati-hati dan biasanya kecepatan pengadukannya dibuat berangsur-angsur turun. Hal ini dimaksudkan agar flock yang telah terbentuk tidak terpecah lagi.

2.9. LANDASAN TEORI

2.9.1. Proses Koagulasi-Flokulasi

Koagulasi merupakan suatu proses penggunaan koagulan dalam pengolahan air dengan terlebih dahulu menentukan konsentrasi dan dosis koagulan optimum. Sedangkan koagulan adalah suatu bahan yang bila ditambahkan pada suatu efluen akan menyebabkan terjadinya proses pengendapan, penggunaannya terutama untuk memisahkan koloid yang dapat mengalami aglomerasi dalam bentuk flok. Koagulasi kimia termasuk pembentuk agregasi gumpalan kimia (flok) dapat mengadsorpsi, menangkap dan mengendapkan suspensi padat yang ada dalam air.

Flokulasi merupakan suatu fase lanjutan dari koagulasi, yaitu suatu fase yang didalamnya terjadi pembentukan partikel kecil menjadi bentuk flok setelah mengalami pengadukan lambat, sehingga memungkinkan terjadinya pengendapan yang sempurna.

Terdapat tiga langkah dalam proses koagulasi-flokulasi, yaitu:

- a. Penambahan zat kimia atau koagulan ke dalam air baku untuk mendapatkan larutan yang homogen karena kontak yang sempurna perlu pengadukan yang cepat. Hal ini sangat penting agar koagulan tersebut tersebar secara perlahan-lahan sehingga reaksi kimia awal tidak terlokasikan pada titik pemberian koagulan saja, karena akan menghasilkan reaksi lain dan tidak seperti yang diharapkan
- b. Koagulasi terjadi karena adanya reaksi kimia maupun fisika yang kompleks dan perubahan terjadi menuju pembentukan endapan padat yang halus.

- c. Dengan cara pengadukan perlahan akan terjadi flokulasi karena partikel-partikel yang halus berikatan satu dengan yang lain membentuk gumpalan yang lebih besar. Gumpalan yang tidak larut ini kemudian mengendap bersama material koloid yang terdapat dalam air baku.

2.9.2. Mekanisme Dalam Proses Koagulasi-Flokulasi

2.9.2.1. Destabilisasi partikel koloid

Pada umumnya hampir semua partikel koloid dalam air bermuatan listrik, dimana muatan ini cenderung menghasilkan gaya tolak-menolak antar partikel koloid yang bermuatan sama dan merupakan sebab utama terjadinya stabilisasi koloid. Oleh karena itu untuk menggumpalkan partikel koloid harus dilakukan usaha destabilisasi partikel koloid.

Ada tiga mekanisme dalam proses destabilisasi koloid yang dapat menjelaskan proses koagulasi, yaitu:

1. Pemampatan lapisan difusi (*double layer compression*)

Kestabilan partikel koloid disebabkan adanya lapisan listrik pada permukaan partikel koloid yang disebabkan oleh ionisasi atom, hidrasi molekul H_2O , pertukaran elemen atom adsorpsi dari air. Ion-ion yang melekat kuat pada permukaan koloid akan menarik ion yang muatannya berlawanan dari media disekitarnya dan membentuk lapisan ion. Pada lapisan difusi yang berperan adalah lapisan molekul air yang mengalami hidrasi (pada permukaan koloid) dan lapisan ion mengalami difusi disekitar koloid. Lapisan difusi mempunyai dua aktivitas yang saling membantu sehingga koloid tetap stabil, yaitu gaya

tolak-menolak antar partikel koloid yang bermuatan sama dan gaya tarik-menarik Van der Waals yang disebabkan oleh tenaga kohesi atom itu sendiri.

2. Netralisasi muatan dan adsorpsi

Kemampuan koagulan untuk mendestabilisasikan dispersi koloid merupakan suatu komposisi interaksi antar koagulan dengan koloid dan koagulan dengan pelarut air.

Pada interaksi koagulan dengan koloid yang berperan adalah kemampuan interaksi yang dihasilkan kedua substansi untuk mengatasi efek elektrostatis. Sedangkan interaksi koagulan dengan pelarut air berperan dalam proses adsorpsi.

3. Pembentukan jembatan polimer

Usaha mendestabilisasi dengan adanya polimer ion sebagai pengikat kimia terjadi jika suatu rangkaian molekul polimer mengadakan kontak dengan koloid, sebagian akan terserap pada permukaan koloid sedangkan sebagian lagi berada dalam larutan. Ketika partikel lain dengan kondisi yang sama mendekat dan terjadi tarik-menarik, maka akan terbentuk ikatan kompleks antar koloid dan polimer, dimana polimer berfungsi sebagai jembatan penghubung.

2.9.2.2. Transportasi partikel koloid (proses flokulasi)

Kontak antar partikel diharapkan berlangsung selama transportasi, sehingga akan terbentuk flok. Proses akan terjadi dengan beberapa cara yaitu:

- 1) Kontak yang diakibatkan oleh adanya gerak panas (thermal) yang dikenal dengan gerak Brown. Flokulasi yang terjadi oleh gerak Brown ini disebut juga

dengan flokulasi perikinetik. Flokulasi ini disebabkan oleh gerakan cepat dan konstan molekul air yang memberikan kemungkinan yang lebih besar untuk terjadinya kontak antar partikel.

- 2) Kontak yang terjadi akibat kecepatan mengendap masing-masing partikel berbeda, sehingga partikel yang lebih besar akan menimpa partikel yang lebih kecil pada saat pengendapan.
- 3) Kontak yang diakibatkan oleh adanya gerak media (air) saat pengadukan. Flokulasi yang disebabkan oleh gerak media dikenal dengan istilah flokulasi orthokinetik (Tchobanoglous, 1979).

2.10. HIPOTESA

Berdasarkan tinjauan pustaka maka dengan penambahan koagulan besi pada proses koagulasi-flokulasi dapat menurunkan parameter kekeruhan pada air baku. Hipotesa penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Serbuk besi yang terkorosi (oksida besi) dapat digunakan sebagai koagulan pada proses koagulasi-flokulasi.
2. Serbuk besi yang terkorosi (oksida besi) dapat menurunkan tingkat kekeruhan dalam air baku.
3. Kecepatan pengadukan saat proses koagulasi-flokulasi sangat berpengaruh terhadap pembentukan flok.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian kualitas air dilakukan di laboratorium Perusahaan Daerah Air Minum Jalan Imam Bonjol No. 430 Kotamadya Pontianak – Kalimantan Barat.

3.2. PARAMETER DAN VARIABEL PENELITIAN

3.2.1. Parameter Penelitian

Pada penelitian ini ditekankan pada parameter-parameter kualitas air sebagai berikut:

No.	Parameter	Satuan	KEP MENKES No.907/2002	Metode Pemeriksaan
1.	pH	-	6,5 - 8,5	pHmeter
2.	Kekeruhan	NTU	5	Spektrophotometer
3.	Kadar besi	mg/L	0,3	Spektrophotometer
4.	Warna	Pt Co	15	Spektrophotometer

3.2.2. Variabel Penelitian

Variable penelitian yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Variabel terikat atau *dependent* (pengaruh), yaitu konsentrasi dan dosis koagulan (kapur dan serbuk besi) serta kecepatan pengadukan

2. Variabel bebas atau *independent* (terpengaruh) yaitu kualitas air parameter kekeruhan, pH, kadar besi dan warna setelah pengolahan

3.3. PENGAMBILAN SAMPEL AIR BAKU DAN PENELITIAN

Pengambilan sampel air sungai dilakukan dengan caranya sebagai berikut:

1. Wadah yang digunakan untuk pengambilan air sampel harus bersih, telah dibilas dengan air suling, kemudian dengan sampel air yang akan mengisi wadah tersebut.
2. Pengambilan air sampel dilakukan di laboratorium, dimana air baku dari intake dialirkan menuju laboratorium untuk dilakukan pemeriksaan air baku.

3.3.1. Pemeriksaan Kekeruhan

- a. Peralatan yang digunakan:

- 1) Spectrophotometer HACH DR/2010

- b. Bahan yang digunakan:

- 1) Air baku PDAM
- 2) Aquades

- c. Cara kerja :

- 1) Masukkan aquades dalam tabung spectrophotometer 25 ml.
- 2) Atur pada panjang gelombang 860 nm, lalu tekan “zero”. Tunggu sesaat hingga muncul angka nol NTU pada layar.
- 3) Aduk air baku sampai homogen

- 4) Masukkan air baku ke dalam tabung spectrophotometer 25 ml
- 5) Baca tingkat kekeruhan yang tercantum dilayar
(HACH DR/2010 Spectrophotometer Handbook)

3.3.2. Pemeriksaan Kadar Besi

a. Peralatan yang digunakan:

- 1) Spectrophotometer HACH DR/2010

b. Bahan yang digunakan:

- 1) Air baku PDAM
- 2) Ferro Ver HACH (*Iron reagent Powder Pillows*) untuk 10 ml sampel air

c. Cara kerja:

- 1) Masukkan air baku ke dalam tabung spectrophotometer 10 ml
- 2) Atur pada panjang gelombang 510 nm, lalu tekan “zero”. Tunggu sesaat hingga muncul angka nol mg/L pada layar.
- 3) Bubuhkan Ferro Ver HACH (*Iron reagent Powder Pillows*) untuk 10 ml sampel air ke dalam tabung spectrophotometer 10 ml. Aduk hingga larut dan homogen.
- 4) Baca angka kadar besi yang tercantum dilayar
(HACH DR/2010 Spectrophotometer Handbook)

3.3.3. Pemeriksaan Warna

a. Peralatan yang digunakan:

- 1) Spectrophotometer HACH DR/2010
- 2) Kertas saring

b. Bahan yang digunakan:

- 1) Air baku PDAM
- 2) Aquades

c. Cara kerja :

- 1) Masukkan aquades dalam tabung spectrophotometer 25 ml.
 - 2) Atur pada panjang gelombang 455 nm, lalu tekan “zero”. Tunggu sesaat hingga muncul angka nol Pt Co pada layar.
 - 3) Aduk air baku sampai homogen
 - 4) Air baku terlebih dahulu disaring dengan menggunakan kertas saring, setelah itu masukkan ke dalam tabung spectrophotometer 25 ml
 - 5) Baca tingkat warna air baku yang tercantum dilayar
- (HACH DR/2010 Spectrophotometer Handbook)

3.3.4. Penelitian Untuk Menentukan Konsentrasi dan Dosis Koagulan

a. Peralatan yang digunakan:

- 1) Alat Jar test jenis Flocculator SW1 dengan 5 gelas beker volume 1 L
- 2) Timbangan Digital GF300
- 3) Spectrophotometer HACH DR/2010
- 4) pHmeter HACH EC10

- 5) Erlenmeyer 100 ml
 - 6) Pipet ukur 5 ml, 10 ml dan 25 ml
- b. Bahan yang digunakan:
- 1) Air baku PDAM
 - 2) Serbuk besi
 - 3) Kapur atau $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 - 4) Aquades
- c. Penentuan Konsentrasi dan Dosis Kapur
- 1) Siapkan gelas beker 5 buah yang berukuran 1000 ml
 - 2) Isi gelas beker masing-masing dengan air sample sebanyak 1000 ml
 - 3) Kemudian ditambahkan kapur dengan konsentrasi masing-masing 2%, 4%, 6%, 8% dan 10%, dengan dosis 2 ml.
- Contoh:
- Untuk konsentrasi 2% sama dengan 2 gr / 100 ml atau 20 mg / ml, artinya untuk membuat 1 ml larutan kapur dibutuhkan 20 mg kapur.
- 4) Lakukan pemeriksaan kondisi pH dan tingkat kekeruhan
 - 5) Pada kondisi pH yang optimum, dijadikan sebagai konsentrasi kapur optimum
 - 6) Lakukan hal yang sama seperti diatas dengan penambahan konsentrasi optimum yang sama pada masing-masing air sampel, namun variasi dosis masing-masing 1ml, 2ml, 3ml, 4ml dan 5 ml.
 - 7) Lakukan pemeriksaan kondisi pH dan kekeruhan
 - 8) Pada kondisi pH yang optimum, dijadikan sebagai dosis kapur optimum

d. Penentuan Konsentrasi dan Dosis Serbuk Besi

- 1) Siapkan gelas beker 5 buah yang berukuran 1000 ml
- 2) Isi gelas beker masing-masing dengan air sample sebanyak 1000 ml
- 3) Tambahkan kapur dengan konsentrasi dan dosis optimum sesuai percobaan di atas.
- 4) Kemudian ditambahkan serbuk besi masing-masing dengan konsentrasi 1.00%, 1.50%, 2.00%, 2.50% dan 3.00%, dengan dosis 2 ml

Contoh:

Untuk konsentrasi 1.00% sama dengan 1 gr / 100 ml atau 10 mg / ml, artinya untuk membuat 1 ml larutan besi tersuspensi dibutuhkan 10 mg serbuk besi.

- 5) Lakukan proses koagulasi melalui Jar test, kecepatan pengadukan saat proses koagulasi 200 rpm dengan waktu pengadukan selama 1 menit.
Kecepatan pengadukan alat flokulator SW1 memiliki range 0-200 rpm, untuk koagulasi 100-200 rpm sedangkan untuk flokulasi 20-60 rpm.
- 6) Lakukan proses flokulasi melalui Jar test, dengan kecepatan pengadukan 40 rpm dengan waktu pengadukan 15 menit
- 7) Lakukan pengendapan selama 40 sampai 45 menit (Al-Layla, 1978)
- 8) Periksa kekeruhan, kadar besi, warna serta pH. Pada penurunan kekeruhan, kadar besi dan warna maksimum yang dijadikan dasar dalam menentukan konsentrasi serbuk besi optimum.
- 9) Lakukan percobaan seperti diatas dengan penambahan konsentrasi serbuk besi optimum yang sama pada masing-masing air sampel, namun variasi

dosis masing-masing 1ml, 2ml, 3ml, 4ml dan 5 ml.

10) Lakukan pemeriksaan penurunan kekeruhan maksimum dijadikan sebagai dosis serbuk besi optimum

e. Percobaan untuk menentukan pengaruh kecepatan pengadukan terhadap penurunan kekeruhan

- 1) Siapkan gelas beker 5 buah yang berukuran 1000 ml
- 2) Isi gelas beker masing-masing dengan air sample sebanyak 1000 ml
- 3) Tambahkan kapur dengan konsentrasi dan dosis optimum sesuai percobaan diatas
- 4) Tambahkan serbuk besi dengan konsentrasi dan dosis optimum sesuai percobaan diatas
- 5) Lakukan proses koagulasi (pengadukan cepat) melalui Jar test, dengan variasi kecepatan pengadukan 100, 150 dan 200 rpm
- 6) Lakukan proses flokulasi (pengadukan lambat) melalui Jar test, dengan variasi kecepatan pengadukan 20, 40 dan 60 rpm dengan waktu pengadukan 15 menit
- 7) Lakukan pengendapan selama 40 sampai 45 menit (Al-Layla, 1978)
- 8) Periksa tingkat kekeruhan dan pH.

3.4. PEMERIKSAAN KOMPOSISI KIMIA SERBUK BESI

Metode analisa yang digunakan untuk menentukan komposisi unsur kimia yang terkandung dalam serbuk besi antara lain dengan metode X-Ray

Flourescence (XRF) dan metode Analisa Pengaktifan Netron (APN). Penelitian ini dilakukan di Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) Jogjakarta.

3.5. ANALISA DATA

Data yang didapatkan dari hasil penelitian akan dijadikan dalam bentuk table dan grafik. Kemudian untuk menentukan konsentrasi dan dosis koagulan optimum dilakukan analisa regresi sebagai berikut:

1. Persamaa regresi linier

$Y_{reg} = a + bx$ (3.1)

$a = \frac{\sum X^2 * \sum Y - \sum X * \sum (XY)}{n * \sum X^2 - (\sum X)^2}$ (3.2)

$b = \frac{n \sum (XY) - \sum X * \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$ (3.3)

2. Persamaan regresi non linier

$Y_{reg} = a + bX + cX^2$ (3.4)

Dimana:

I. $\sum (Y) = na + b \sum (X) + c \sum (X^2)$ (3.5)

II. $\sum (XY) = a \sum (X) + b \sum (X^2) + c \sum (X^3)$ (3.6)

III. $\sum (X^2Y) = a \sum (X^2) + b \sum (X^3) + c \sum (X^4)$ (3.7)

Untuk menentukan efisiensi penurunan kekeruhan dalam pengolahan melalui proses koagulasi-flokulasi dengan menggunakan kapur dan koagulan serbuk besi, digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Efisiensi} = \frac{C_{awal} - C_{akhir}}{C_{awal}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.8)$$

Sedangkan untuk menentukan pengaruh kecepatan pengadukan saat proses koagulasi-flokulasi terhadap penurunan kekeruhan dapat dilakukan dengan uji statistik *Analyse Of Variance* (ANOVA). Prosedur ANOVA juga mempergunakan prosedur uji hipotesis yaitu (Supranto, 1989):

- a. Menentukan hipotesis nol dan hipotesis alternatifnya
- b. Menentukan taraf signifikansi
- c. Menentukan uji statistik

Uji statistik yang digunakan adalah distribusi F

- d. Menentukan aturan pengambilan keputusan
- e. Menghitung F dan mengambil keputusan

Untuk memperoleh rumus analisis variansi percobaan dwifaktor dengan pengamatan yang berulang, dalam rancangan teracak lengkap, anggaplah n replikasi pada tiap kombinasi perlakuan bila faktor A diamati pada a taraf (taraf = bentuk yang mungkin dari faktor) dan faktor B pada b taraf. Tiap kombinasi perlakuan menentukan suatu sel dalam matriks. Jadi terdapat sebanyak ab sel, masing-masing berisi n pengamatan. Pengamatan tersebut membentuk acak berukuran n dari suatu populasi yang dianggap berdistribusi normal dan semua populasi yang banyaknya ab dianggap mempunyai variasi σ^2 yang sama.

Perhitungan mengenai analisis variansi untuk percobaan dwifaktor dengan n replikasi, dapat diringkas seperti pada tabel berikut ini:

Sumber Variasi	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rataan Kuadrat	f hitung
Pengaruh utama				
A	JKA	$a - 1$	$S_1^2 = \frac{JKA}{a - 1}$	$f_1 = \frac{S_1^2}{S^2}$
B	JKB	$b - 1$	$S_2^2 = \frac{JKB}{b - 1}$	$f_2 = \frac{S_2^2}{S^2}$
Interaksi dwifaktor				
AB	JK (AB)	$(a - 1) (b - 1)$	$S_3^2 = \frac{JK(AB)}{(a - 1)(b - 1)}$	$f_3 = \frac{S_3^2}{S^2}$
Galat	JKG	$ab (n - 1)$	$S^2 = \frac{JKG}{ab(n - 1)}$	
Total	JKT	$abn - 1$		

Jumlah kuadrat biasanya diperoleh dengan membentuk tabel jumlah berikut:

A	B				Jumlah
	1	2		b	
1	T ₁₁	T ₁₂		T _{1b}	T _{1..}
2	T ₂₁	T ₂₂		T _{2b}	T _{2..}
.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.
a	T _{a1}	T _{a2}		T _{ab}	T _{a..}
Jumlah	T _{.1.}	T _{.2.}		T _{.b.}	T _{...}

Rumus perhitungan jumlah kuadrat:

$$JKT = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n y_{ijk}^2 - \frac{T^2}{abn}$$

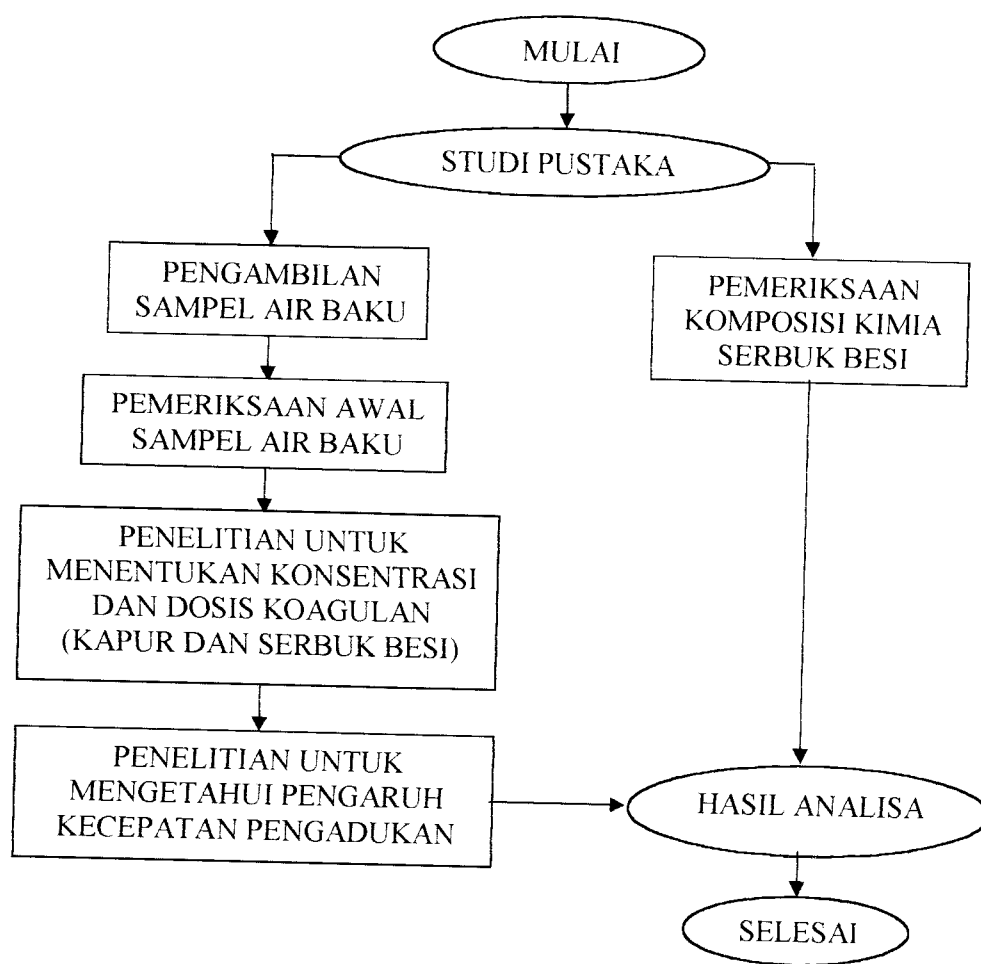
$$JKA = \frac{\sum_{i=1}^a T_{i..}^2}{bn} - \frac{T^2}{abn}$$

$$JKB = \frac{\sum_{j=1}^b T_{.j.}^2}{an} - \frac{T^2}{abn}$$

$$JK(AB) = \frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b T_{ij.}^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^a T_{i..}^2}{bn} - \frac{\sum_{j=1}^b T_{.j.}^2}{an} - \frac{T^2}{abn}$$

$$JKG = JKT - JKA - JKB - JK(AB)$$

dengan JKA dan JKB masing-masing menyatakan jumlah kuadrat pengaruh utama A dan B, JK(AB) menyatakan jumlah kuadrat interaksi A dan B, dan JKG menyatakan jumlah kuadrat galat. Sedangkan T menyatakan jumlah pengamatan yang dilakukan.



Gambar 3.1. Diagram Alir Metode Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. KUALITAS AIR BAKU

Data hasil analisa air baku yang dilakukan di Laboratorium bagian produksi PDAM kota Pontianak Kalimantan Barat seperti terlihat pada tabel 4.1. sebagai berikut:

Tabel 4.1. Data Hasil Pemeriksaan Parameter Fisik dan Kimia Air Baku

Parameter	Satuan	Percobaan		KEP MENKES RI. No. 907/MENKES/SK/VII/2002
		I	II	
pH	-	6.32	6.31	6.5 - 8.5
Kekeruhan	NTU	21	20	5
Warna	Pt Co	162	162	15
Kadar besi	mg/L	0.6	0.6	0.3

Data Primer, September 2003

Berdasarkan analisa terhadap air baku PDAM kota Pontianak seperti ditunjukkan pada tabel 4.1 bahwa rerata pH= 6.315, tingkat kekeruhan = 20.5 NTU, warna = 162 Pt Co dan kadar besi = 0.6 mg/L. Hal ini menunjukkan beberapa parameter kekeruhan, pH, warna dan kadar besi air baku tidak memenuhi syarat kualitas air minum sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002. Oleh karena itu, sebelum didistribusikan

menuju pelanggan maka air baku perlu diolah terlebih dahulu, yang salah satunya adalah melalui koagulasi-flokulasi.

Kondisi kualitas air baku PDAM yang berasal dari sungai Kapuas memiliki tingkat kekeruhan, warna dan kadar besi yang melebihi ambang batas, diindikasikan karena:

- a. Aktivitas alam seperti erosi, banjir dan tanah longsor.

Warna dan kekeruhan air disebabkan oleh partikel-partikel kecil dan koloid yang berasal dari partikel tanah dan bahan organik. Kota Pontianak merupakan daerah berawa yang memiliki jenis tanah gambut. Tanah gambut yang mengandung asam humat menyebabkan derajat keasaman air cenderung rendah (asam).

- b. Pemanfaatan air sungai Kapuas untuk keperluan domestik masyarakat sekitar bantaran sungai seperti: mencuci, mandi, transportasi dan aktivitas lainnya.

- c. Sampah organik maupun anorganik yang langsung dibuang ke badan air

- d. Limbah domestik ataupun limbah pabrik yang langsung dibuang ke sungai

Kadar besi yang terkandung dalam air sungai dapat dikarenakan masuknya limbah pabrik maupun domestik yang langsung dibuang ke sungai tanpa pengolahan terlebih dahulu.

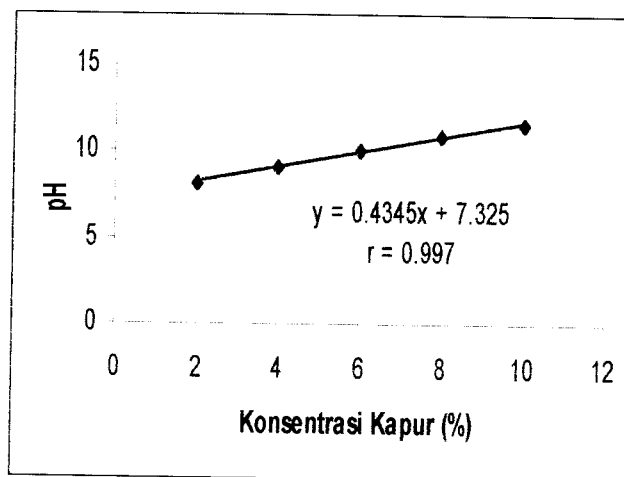
Dampak dari aktivitas alam maupun manusia terhadap kondisi air sungai mengakibatkan air sungai tidak mampu untuk memulihkan diri (*self purification*).

Oleh karena itu air sungai sebagai air baku PDAM Kotamadya Pontianak, perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dikonsumsi oleh masyarakat.

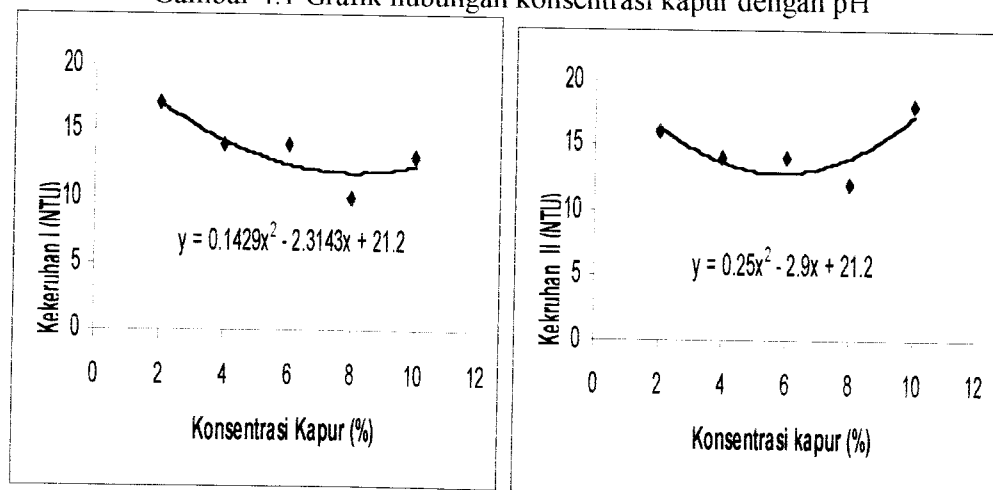
4.2. PENENTUAN KONSENTRASI DAN DOSIS KAPUR

4.2.1. Penentuan Konsentrasi Kapur

Penambahan kapur dengan variasi konsentrasi yang berbeda dimaksudkan untuk menentukan konsentrasi optimum kapur yang diperlukan pada proses koagulasi-flokulasi. Adapun grafik yang dihasilkan dari penentuan konsentrasi kapur optimum:



Gambar 4.1 Grafik hubungan konsentrasi kapur dengan pH



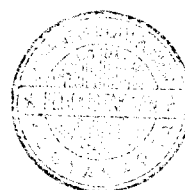
Gambar 4.2 Grafik hubungan konsentrasi kapur dengan kekeruhan

Hasil analisa terhadap konsentrasi kapur seperti ditunjukkan pada gambar 4.1 dan 4.2 bahwa pada percobaan pertama konsentrasi kapur yang paling optimum yaitu pada 8%. Konsentrasi kapur (X) 8% dengan menggunakan persamaan $Y=0,1429X^2-2,3143X+21,2$ maka kekeruhan (Y) menjadi 11,83 NTU. Pada konsentrasi kapur (X) 8% dengan menggunakan persamaan $Y=0,4345X+7,325$ maka pH (Y) menjadi 10,80. Hal ini menunjukkan pada percobaan pertama dengan penambahan kapur 8% dapat menaikkan pH dari 6,325 menjadi 10,8 dan menurunkan kekeruhan dari 20,5 NTU menjadi 12,91 NTU.

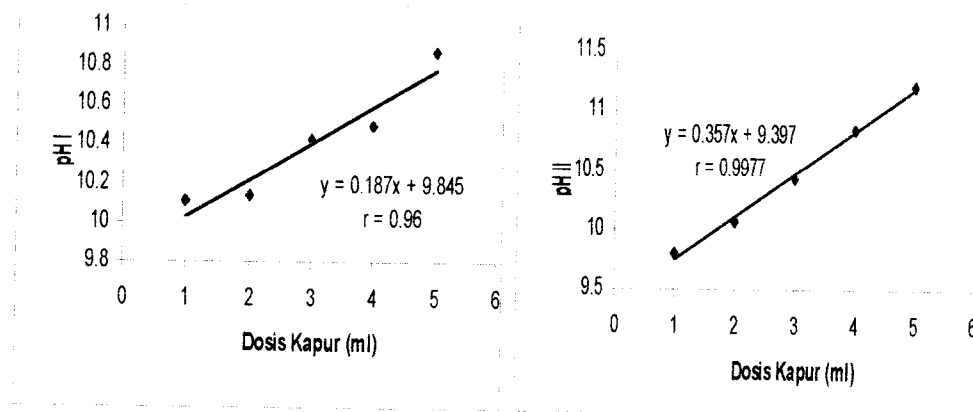
Pada percobaan kedua konsentrasi kapur yang paling optimum yaitu pada 6%. Konsentrasi kapur (X) 6% dengan menggunakan persamaan $Y=0,25X^2-2,9X+21,2$ maka kekeruhan (Y) menjadi 12,98 NTU. Pada konsentrasi kapur (X) 6% dengan menggunakan persamaan $Y=0,4345X+7,325$ maka pH (Y) menjadi 9,93. Hal ini menunjukkan pada percobaan kedua dengan penambahan kapur 8% dapat menaikkan pH dari 6,325 menjadi 9,93 dan menurunkan kekeruhan dari 20,5 NTU menjadi 12,98 NTU. Berdasarkan pertimbangan penurunan tingkat kekeruhan antara kedua percobaan tersebut diatas maka konsentrasi kapur optimum yang digunakan pada penelitian selanjutnya yaitu 8%.

4.2.2. Penentuan Dosis Kapur

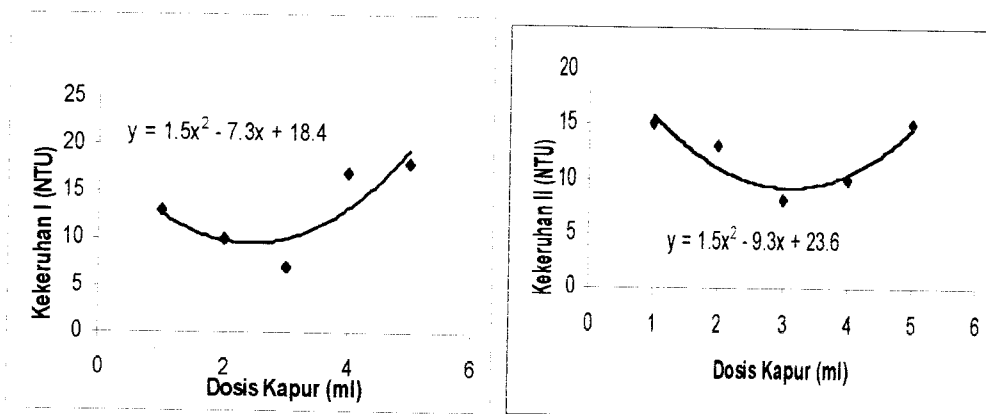
Penambahan kapur dengan variasi dosis yang berbeda namun dengan konsentrasi yang sama dimaksudkan untuk menentukan dosis optimum kapur yang diperlukan pada proses koagulasi-flokulasi. Konsentrasi kapur yang



ditambahkan disesuaikan dengan konsentrasi optimum yang telah dilakukan pada percobaan sebelumnya. Adapun grafik yang dihasilkan dari penentuan dosis kapur terhadap pH dan kekeruhan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.3. Grafik hubungan antara dosis kapur dengan pH



Gambar 4.4. Grafik hubungan antara dosis kapur dengan pH dan kekeruhan

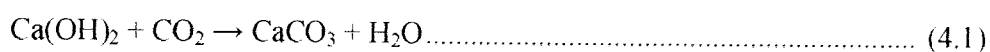
Hasil analisa terhadap dosis kapur seperti ditunjukkan pada gambar 4.3 dan 4.4 bahwa pada percobaan pertama dosis kapur yang paling optimum yaitu 2,5 ml. Dosis kapur (X) 2,5 ml dengan menggunakan persamaan $Y = 1,5X^2 - 7,3X + 18,4$ maka kekeruhan (Y) menjadi 9,525 NTU. Pada dosis kapur (X) 2,5 ml dengan menggunakan persamaan $Y = 0,187X + 9,845$ maka pH (Y) menjadi 10,31.

Hal ini menunjukkan pada percobaan pertama dengan penambahan 8% kapur dosis 2,5 ml maka dapat menaikkan pH dari 6,325 menjadi 10,31 dan menurunkan kekeruhan dari 20,5 NTU menjadi 9,525 NTU.

Pada percobaan kedua kapur yang paling optimum yaitu 3 ml. Dosis kapur (X) 3 ml dengan menggunakan persamaan $Y=1,5X^2-9,3X+23,6$ maka kekeruhan (Y) menjadi 9,2 NTU. Pada konsentrasi kapur (X) 3 ml dengan menggunakan persamaan $Y=0,357X+9,397$ maka pH (Y) menjadi 10,46. Hal ini menunjukkan pada percobaan kedua dengan penambahan 8% kapur dosis 3 ml dapat menaikkan pH dari 6,325 menjadi 10,46 dan menurunkan kekeruhan dari 20,5 NTU menjadi 9,2 NTU. Berdasarkan pertimbangan penurunan tingkat kekeruhan maka dosis kapur optimum yang digunakan pada penelitian selanjutnya adalah 3 ml. Berarti dengan penambahan konsentrasi 8% kapur dan dengan dosis 3 ml dapat menurunkan kekeruhan dengan efisiensi 55%.

4.2.3. Peran Kapur pada Proses Koagulasi-Flokulasi

Penambahan kapur pada proses koagulasi-flokulasi dimaksudkan untuk mengatur kondisi derajat keasaman yang disyaratkan sehingga koagulan serbuk besi dapat bekerja dengan sempurna. Kapur bersifat elektrolit dan mudah terelektrolisa membentuk ion Ca^+ dan OH^- sehingga dapat menaikkan pH. Namun dengan penambahan kapur ke dalam air baku, dapat pula menurunkan tingkat kekeruhan air. Berikut ini reaksi kimia yang terjadi saat Ca(OH)_2 atau kapur yang ditambahkan ke dalam air bereaksi dengan karbondioksida:



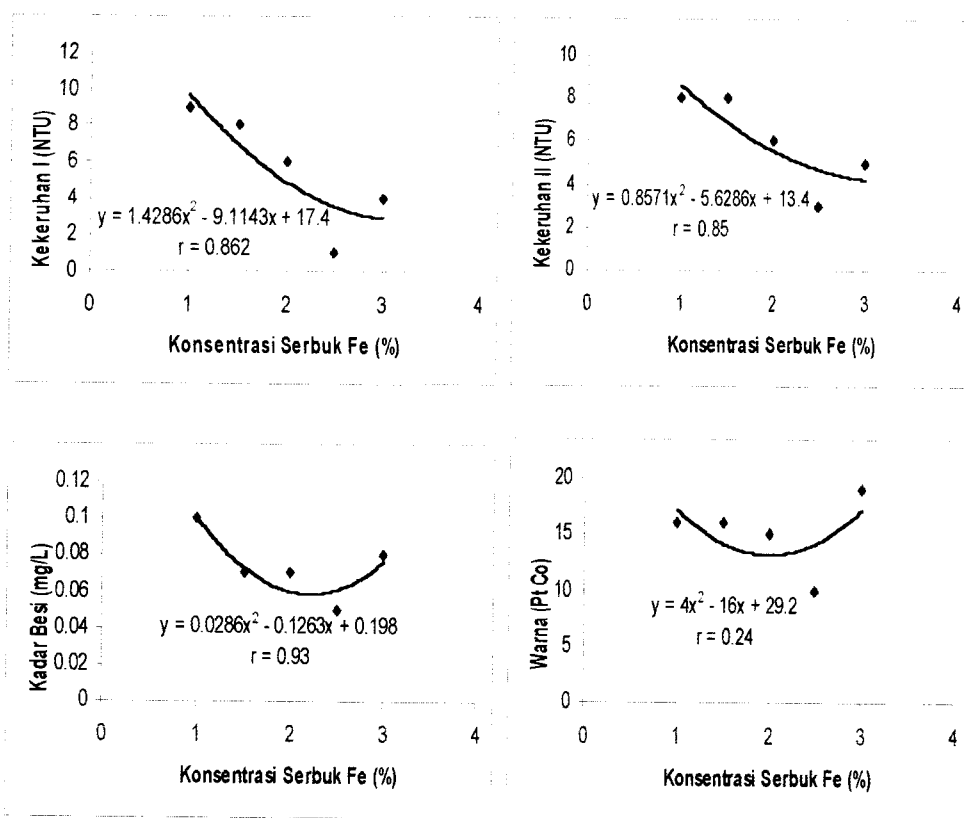
Kapur yang bereaksi dengan karbondioksida akan membentuk kalsium karbonat yang mudah mengendap. Kapur selain dapat digunakan sebagai kontrol pH, juga dapat membentuk presipitasi kalsium karbonat pada kondisi pH sekitar 9.5, sehingga membantu dalam pembentukan flok atau dengan kata lain kapur dapat pula berfungsi sebagai koagulan (Reynold, 1982). Hal ini telah dibuktikan melalui penelitian penentuan konsentrasi dan dosis kapur di atas.

4.3. PENENTUAN KONSENTRASI DAN DOSIS SERBUK BESI

4.3.1. Penentuan Konsentrasi Serbuk Besi

Sebelum serbuk besi dimasukkan ke dalam air baku, terlebih dahulu dilakukan penambahan kapur untuk kontrol pH. Penambahan kapur disesuaikan dengan konsentrasi dan dosis optimum berdasarkan percobaan sebelumnya. Variasi konsentrasi serbuk besi yang berbeda namun dengan dosis yang sama dimaksudkan untuk menentukan konsentrasi optimum serbuk besi yang diperlukan pada proses koagulasi-flokulasi.

Adapun grafik yang dihasilkan dari penentuan konsentrasi serbuk besi terhadap penurunan kekeruhan, kadar besi dan warna adalah sebagai berikut:

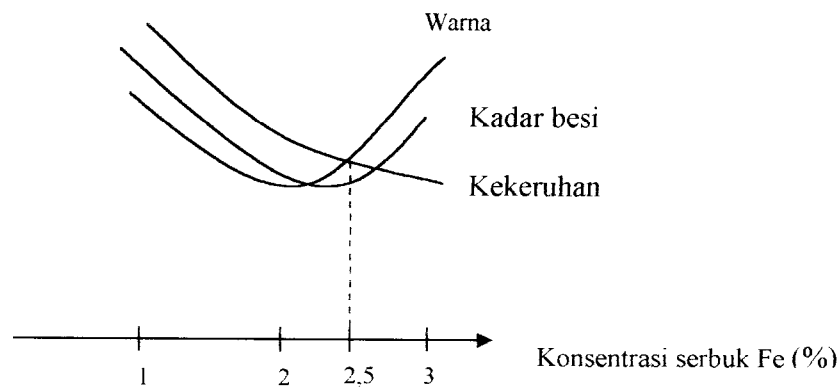


Gambar 4.5. Grafik hasil pemeriksaan penentuan konsentrasi serbuk besi

Hasil analisa terhadap konsentrasi serbuk besi seperti ditunjukkan pada gambar 4.5 bahwa pada percobaan pertama dan kedua konsentrasi serbuk besi yang paling optimum yaitu 3%. Konsentrasi serbuk besi (X) 3% dengan menggunakan persamaan $Y = 1,4286X^2 - 9,1143X + 17,4$ maka kekeruhan (Y) menjadi 2,7 NTU. Hal ini menunjukkan penambahan serbuk besi dengan konsentrasi 3% dapat menurunkan kekeruhan hingga mencapai 2,7 NTU. Sedangkan konsentrasi serbuk besi optimum terhadap penurunan kadar besi yaitu 2,22%. Konsentrasi serbuk besi (X) 2,22% dengan menggunakan persamaan $Y = 0,0286X^2 - 0,1263X + 0,198$ maka kadar besi (Y) menjadi 0,058 mg/L.

Untuk konsentrasi serbuk besi optimum terhadap penurunan warna yaitu 2%. Konsentrasi serbuk besi (X) 2% dengan menggunakan persamaan $Y=4X^2-16X+29,2$ maka warna (Y) menjadi 13,2 Pt Co.

Penentuan dosis optimum tidak hanya berdasarkan penurunan tingkat kekeruhan maksimum, namun juga ditentukan berdasarkan penurunan parameter lain, seperti kadar besi dan warna. Oleh karena itu konsentrasi optimum ditentukan berdasarkan titik tengah perpotongan antar grafik konsentrasi serbuk besi terhadap kekeruhan, kadar besi dan warna yaitu 2,5%, seperti terlihat pada gambar berikut:

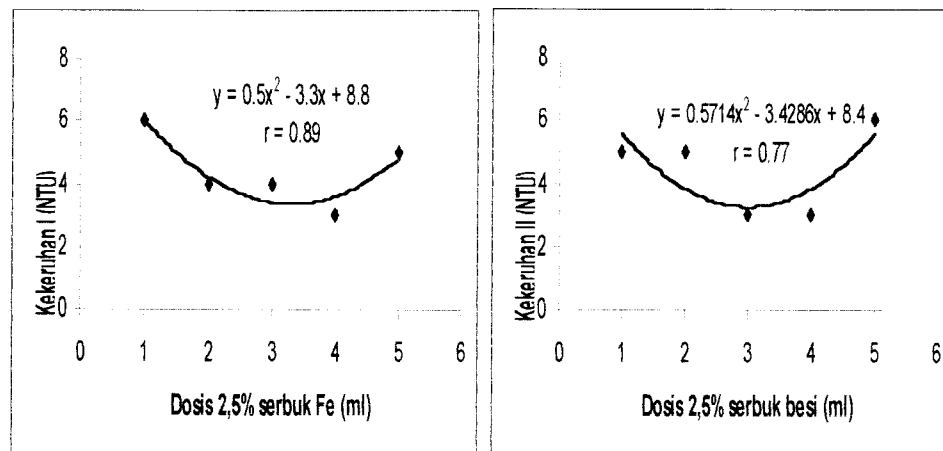


Gambar 4.6 Grafik penentuan konsentrasi serbuk besi optimum

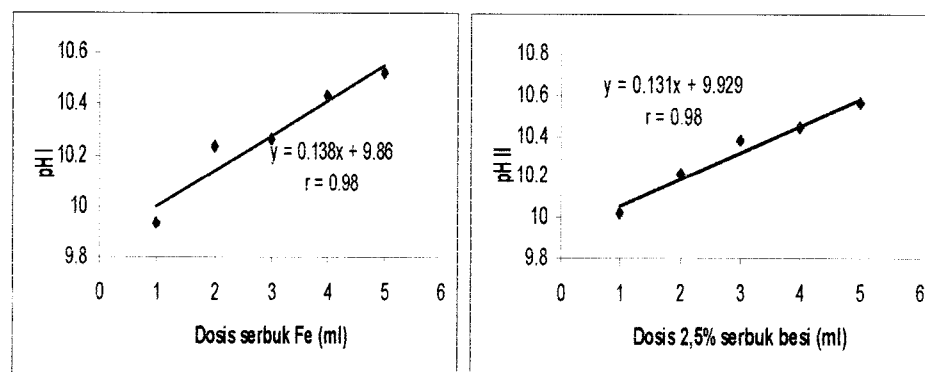
4.3.2. Penentuan Dosis Serbuk Besi

Penambahan serbuk besi dilakukan bersamaan dengan ditambahkannya kapur dengan konsentrasi dan dosis optimum kedalam air baku. Variasi dosis serbuk besi yang berbeda namun dengan konsentrasi yang sama dimaksudkan untuk menentukan konsentrasi optimum serbuk besi yang diperlukan pada proses

koagulasi-flokulasi. Konsentrasi serbuk besi yang ditambahkan disesuaikan dengan konsentrasi optimum yang telah dilakukan pada percobaan sebelumnya. Adapun grafik yang dihasilkan dari penentuan dosis serbuk besi terhadap penurunan kekeruhan adalah sebagai berikut:



Gambar 4.7 Grafik hubungan dosis serbuk besi dengan kekeruhan



Gambar 4.8 Grafik hubungan dosis serbuk besi dengan pH

Hasil analisa terhadap dosis serbuk besi seperti ditunjukkan pada gambar 4.7 dan 4.8 bahwa pada percobaan pertama dosis serbuk besi yang paling optimum yaitu 3,3 ml. Dosis serbuk besi (X) 3,3 ml dengan menggunakan persamaan $Y = 0,5X^2 - 3,3X + 8,8$ maka kekeruhan (Y) menjadi 3,35 NTU. Pada

dosis serbuk besi (X) 3,3 ml dengan menggunakan persamaan $Y=0,138X+9,86$ maka pH (Y) menjadi 10,31. Hal ini menunjukkan pada percobaan pertama dengan penambahan dosis serbuk besi 3,3 ml kekeruhan turun hingga mencapai 3,35 NTU pada pH 10,31.

Sedangkan pada percobaan kedua dosis serbuk besi yang paling optimum yaitu 3 ml. Dosis serbuk besi (X) 3 ml dengan menggunakan persamaan $Y=0,5714X^2-3,43X+8,4$ maka kekeruhan (Y) menjadi 3,25 NTU. Pada dosis serbuk besi (X) 3 ml dengan menggunakan persamaan $Y=0,131X+9,929$ maka pH (Y) menjadi 10,32. Hal ini menunjukkan pada percobaan pertama dengan penambahan dosis serbuk besi 3 ml kekeruhan turun mencapai 3,25 NTU pada pH 10,32. bila dirata-ratakan dosis serbuk besi optimum berdasarkan kedua percobaan diatas menjadi 3,15 ml. Berdasarkan pertimbangan penurunan kekeruhan antara kedua percobaan tersebut di atas, maka dosis optimum serbuk besi yaitu 3 ml. Berarti dengan penambahan konsentrasi 2,5% serbuk besi dan dengan dosis 3 ml dapat menurunkan kekeruhan hingga 84,15%.

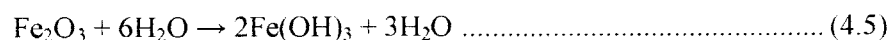
4.3.3. Peran Serbuk Besi pada Proses Koagulasi-Flokulasi

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa data penentuan konsentrasi dan dosis koagulan, membuktikan bahwa proses koagulasi-flokulasi menggunakan kapur dan serbuk besi dapat menurunkan kekeruhan, warna dan kadar besi air baku. Hal ini terjadi karena proses koagulasi-flokulasi dengan pembubuhan koagulan besi akan mengalami reaksi antara lain:

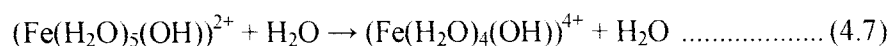
a. Reaksi penguraian (disosiasi) sebagai berikut:



b. Reaksi hidrolisa sebagai berikut:



c. Reaksi polimerisasi ion kompleks sebagai berikut:



Ion Fe^{3+} berperan sebagai elektroloit positif pada destabilisasi partikel koloid. Senyawa $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dalam bentuk presipitat berfungsi sebagai inti flok. Sedangkan ion kompleks $(\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{OH}))^{4+}$ berperan sebagai jembatan antar partikel. Melalui destabilisasi partikel koloid dan pembentukan flok maka akan terjadi penurunan tingkat kekeruhan.

Berikut ini perbandingan kualitas air baku yang telah ditambahkan kapur dan serbuk besi pada proses koagulasi-flokulasi terhadap standar kualitas air minum sesuai dengan keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002.

Tabel. 4.2 Analisa Kualitas Air Baku Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi

Parameter	Satuan	Air Baku	Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi	KEP MENKES No.907/SK/VII/2002
Suhu	$^{\circ}\text{C}$	28	27	Suhu air normal
Warna	Pt-Co	162	10	15
Kekeruhan	NTU	21	1	5
Kalsium (sbg. Ca)	mg/L	1.55	1.24	200
Magnesium (sbg. Mg)	mg/L	3.59	2.37	150
Besi (sbg. Fe)	mg/L	0.6	0.05	0.3
Klorida (sbg. Cl ⁻)	mg/L	229.29	31.24	250
Nitrat (sbg. NO ₃)	mg/L	1.3	0.5	50
Nitrit (sbg. NO ₂)	mg/L	0.003	0.002	3
Cromium (Cr ⁶⁺)	mg/L	0.03	0.02	0.05
Alumunium (Al)	mg/L	0.09	0.04	0.2
Seng (Zn)	mg/L	0.31	0.05	3
Flourida (F)	mg/L	0.34	0.17	1.5
Mangan (Mn)	mg/L	0.08	0.03	0.1
Barium (Ba)	mg/L	0.3	0.2	0.7
Cupper (Cu)	mg/L	0.003	0.05	1

Data Primer, September 2003

Penggunaan serbuk besi sebagai koagulan pada proses koagulasi-flokulasi akan membantu memperbaiki beberapa parameter kualitas air seperti yang terlihat pada tabel 4.2 di atas. Hal ini dapat terjadi karena presipitasi koagulan kapur dan besi dapat berlangsung sempurna pada kondisi optimum.

4.4. PENGARUH KECEPATAN KOAGULASI-FLOKULASI TERHADAP KEKERUHAN

Selain konsentrasi dan dosis koagulan, kecepatan pengadukan juga memiliki peran yang sangat penting pada proses koagulasi-flokulasi untuk menurunkan kekeruhan.

Berikut ini adalah data perbandingan kecepatan pengadukan koagulasi-flokulasi terhadap penurunan kekeruhan air baku:

Tabel 4.3. Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap Penurunan Kekeruhan

Perlakuan	Kec Koagulasi (rpm)	Kec Flokulasi (rpm)	Kekeruhan (NTU)		pH	
			Perc. I	Perc. II	Perc. I	Perc. II
1	200	20	7	8	10.22	10.22
2	200	40	4	5	10.47	10.51
3	200	60	4	4	10.34	10.31
4	150	20	9	8	10.24	10.27
5	150	40	6	6	10.35	10.39
6	150	60	4	5	10.41	10.4
7	100	20	10	10	10.32	10.29
8	100	40	7	6	10.44	10.44
9	100	60	3	4	10.58	10.5

Data Primer, September 2003

Untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan koagulasi-flokulasi terhadap penurunan kekeruhan, maka digunakanlah uji Anova. Berikut ini adalah hasil uji Anova atau faktor F :

Tabel 4.4 Data hasil uji Anova

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Turbidity

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	78.778 ^a	8	9.847	29.542	.000
Intercept	672.222	1	672.222	2016.667	.000
A	5.778	2	2.889	8.667	.008
B	67.111	2	33.556	100.667	.000
A * B	5.889	4	1.472	4.417	.030
Error	3.000	9	.333		
Total	754.000	18			
Corrected Total	81.778	17			

a. R Squared = .963 (Adjusted R Squared = .931)

1. Faktor A : kecepatan koagulasi

H_0 = tidak ada pengaruh yang signifikan antara kecepatan koagulasi terhadap kekeruhan

H_1 = ada pengaruh yang signifikan antara kecepatan koagulasi terhadap kekeruhan

Taraf signifikansi menyatakan ketidakyakinan terhadap data yang dihasilkan:

α = 5% atau 0,05

Daerah kritis: Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ maka H_0 diterima

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

Atau

Jika $Sig. \geq 0,05$ maka H_0 diterima

Jika $Sig < 0,05$ maka H_0 ditolak

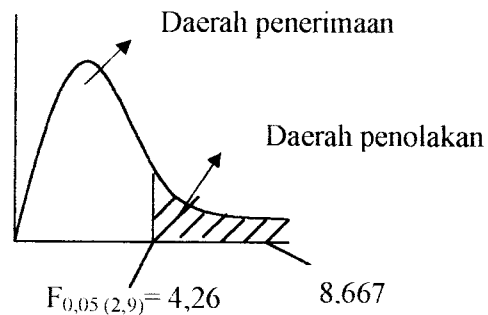
Uji statistik:

F_{hitung} = 8,667 (lihat hasil uji Anova diatas)

F_{tabel} ditentukan berdasarkan df A dan df error.

df A = sebagai pembilang dan df error = penyebut (lihat tabel nilai F.05 derajat kebebasan untuk pembilang pada lampiran)

F tabel = 4,26



F hitung > F tabel , maka H_0 ditolak

Atau:

Sig. = 0,008

Sig < 0,05 maka H_0 ditolak

Kesimpulan:

Karena F hitung > F tabel dan Sig < 0,05 maka H_0 ditolak, dengan demikian ada pengaruh yang signifikan antara kecepatan koagulasi terhadap kekeruhan

2. Faktor B : kecepatan flokulasi

H_0 = tidak ada pengaruh yang signifikan antara kecepatan flokulasi terhadap kekeruhan

H_1 = ada pengaruh yang signifikan antara kecepatan flokulasi terhadap kekeruhan

Taraf signifikansi :

α = 5% atau 0,05

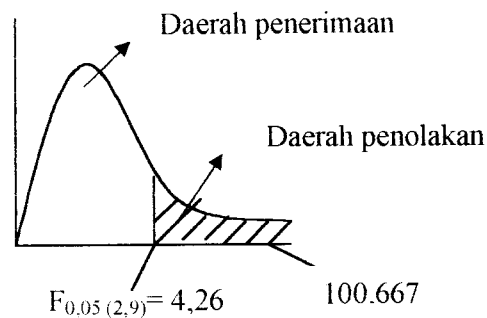
Uji statistik:

$F_{hitung} = 100,667$ (lihat tabel uji Anova diatas)

F_{tabel} ditentukan berdasarkan df B dan df error.

df B = sebagai pembilang dan df error = penyebut (lihat tabel nilai $F_{0.05}$ derajat kebebasan untuk pembilang pada lampiran)

$F_{tabel} = 4,26$



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

Atau:

$Sig. = 0,000$

$Sig < 0,05$ maka H_0 ditolak

Kesimpulan:

Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan $Sig < 0,05$ maka H_0 ditolak, dengan demikian ada pengaruh yang signifikan antara kecepatan flokulasi terhadap kekeruhan

3. Faktor A*B : Interaksi kecepatan koagulasi dan flokulasi

H_0 = tidak ada pengaruh yang signifikan antara interaksi kecepatan koagulasi-flokulasi terhadap kekeruhan

H_1 = ada pengaruh yang signifikan antara interaksi kecepatan koagulasi-flokulasi terhadap kekeruhan

Taraf signifikansi :

$$\alpha = 5\% \text{ atau } 0,05$$

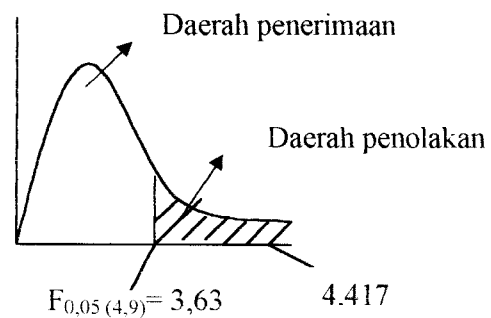
Uji statistik:

F hitung = 4,417 (lihat tabel uji Anova diatas)

F tabel ditentukan berdasarkan df A*B dan df error.

df A*B = sebagai pembilang dan df error = penyebut (lihat tabel nilai F.05 derajat kebebasan untuk pembilang pada lampiran)

$$F \text{ tabel} = 3,63$$



F hitung > F tabel, maka H_0 ditolak

Atau:

$$\text{Sig.} = 0,03$$

Sig < 0,05 maka H_0 ditolak

Kesimpulan:

Karena F hitung > F tabel dan Sig < 0,05 maka H_0 ditolak, dengan demikian ada pengaruh yang signifikan antara intraksi kecepatan koagulasi-flokulasi terhadap kekeruhan

Pada prinsipnya kondisi pengadukan pada proses koagulasi-flokulasi memang sangat mempengaruhi penurunan kekeruhan. Saat proses pengadukan berlangsung, harus betul-betul merata atau homogen, sehingga semua koagulan yang dibubuhkan akan bereaksi dengan partikel-partikel atau dengan ion-ion dalam air. Pada saat pengadukan sebaiknya dilakukan berangsur-angsur turun atau dari kecepatan koagulasi (cepat) menuju pengadukan lambat (flokulasi) jangan langsung diturunkan secara drastis melainkan dilakukan secara bertahap. Hal ini dimaksudkan agar flok yang telah terbentuk tidak terpecah kembali

4.5. SERBUK BESI SEBAGAI KOGULAN

Serbuk besi yang digunakan sebagai koagulan diperiksa komposisi unsur kimia yang terkandung didalamnya. Penelitian ini dilakukan di pusat penelitian BATAN Jogjakarta melalui beberapa metoda analisis unsure kimia.

Berikut ini data analisis komposisi kimia limbah serbuk besi yang digunakan sebagai koagulan :

Tabel 4.5 Data Analisis Limbah Serbuk Besi dengan Menggunakan Metode X-Ray Flourescence (XRF) dan Metode Analisis Pengaktifan Netron (APN)

Nama Sampel	Parameter	Kadar (%)	Metode
Serbuk Besi	Fe	24,54	XRF
	Al	4,419	APN
	Mg	1,032	APN
	Ba	0,0234	XRF

Data Primer, November 2003

Berdasarkan hasil pemeriksaan diatas, terdapatnya unsur besi dan alumunium yang terkandung dalam serbuk besi dapat berperan sebagai koagulan. Serbuk besi yang mengandung besi dan alumunium bila ditambahkan kedalam air baku dalam kondisi pH optimum, akan menghasilkan flok dalam bentuk besi atau alumunium hidroksida.

Selain itu pula unsur magnesium yang terdapat dalam serbuk besi dapat menurunkan kadar silika (SiO_2) dalam air, pada kondisi pH sekitar 10. Silika merupakan salah satu partikel koloid yang terkandung dalam air dan mempengaruhi tingkat kekeruhan air. Terjadinya pembentukan flok berupa magnesium hidroksida maka akan membantu menurunkan tingkat kekeruhan dalam air, seperti halnya koagulan besi dan alumunium (Anonim, 1991).

Kadar logam seperti besi, alumunium dan magnesium yang berlebihan dalam air pada umumnya bersifat menghambat sistem enzim dan bila dikonsumsi oleh makhluk hidup dapat bersifat racun. Namun bila kadar logam tersebut dalam air masih dalam kondisi yang belum melebihi ambang batas, maka air tersebut layak untuk dimanfaatkan bagi keperluan makhluk hidup (Darmono, 1995)

Penurunan tingkat kekeruhan dalam air ini dapat tercapai karena daya tarik-menarik oleh partikel koloid dengan koagulan dan membentuk flok bila berada pada konsentrasi dan dosis optimum. Sedangkan bila konsentrasi dan dosis koagulan yang tidak optimum dapat mengakibatkan terjadinya daya tolak-menolak antara koagulan dengan partikel koloid dalam air yang mengakibatkan tidak terjadinya flok, melainkan terbentuknya larutan tersuspensi sehingga kekeruhan air menjadi lebih besar. Hal ini dapat terjadi dikarenakan :

a. Derajat keasaman (pH) air baku

Derajat keasaman air sangat berperan pada proses koagulasi-flokulasi dalam pembentukan flok bersama koagulan yang digunakan. Oleh karena itu terlebih dahulu dilakukan koreksi pH, sehingga koagulan dapat bekerja optimum. Apabila pH tidak dalam kondisi optimum, akan berpengaruh dalam pembentukan flok, terutama untuk koagulan besi yang mempunyai daerah pH tinggi.

b. Tingkat kekeruhan air baku

Adapun tingkat kekeruhan air baku sangat menentukan proses pembentukan flok, sebab sesuai dengan teori destabilisasi untuk tingkat kekeruhan rendah akan lebih sulit dalam pembentukan flok. Walaupun bisa terbentuk flok harus digunakan koagulan yang lebih banyak. Bila dilihat dari data kualitas air baku PDAM yaitu sungai Kapuas, memiliki tingkat kekeruhan yang cukup tinggi dikarenakan partikel koloid dalam air sungai dapat mengendap secara gravitasi dalam waktu yang cukup lama. Jadi diperlukan koagulan dengan konsentrasi dan dosis yang tepat untuk mendapatkan penurunan kekeruhan yang optimum.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan di atas, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Serbuk besi yang telah mengalami oksidasi dan membentuk korosif besi dapat dimanfaatkan sebagai koagulan pada proses koagulasi-flokulasi
2. Penggunaan Ca(OH)_2 atau kapur optimum (konsentrasi 8% dengan dosis 3 ml) dan serbuk besi optimum (konsentrasi 2,5% dengan dosis 3 ml) pada psoses koagulasi-flokulasi dapat menurunkan tingkat kekeruhan dengan efisiensi hingga 84,15%. Air baku dengan kekeruhan awal 20,5 NTU setelah proses koagulasi-flokulasi dapat diturunkan hingga 3,25 NTU, sehingga kekeruhan air memenuhi syarat kualitas air minum sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002
3. Selain menurunkan tingkat kekeruhan, penggunaan kapur dan serbuk besi pada proses koagulasi-flokulasi juga dapat menurunkan warna dan kadar besi air baku, sehingga memenuhi syarat kualitas air minum sesuai dengan Keputusan menteri Kesehatan RI Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002

4. Saat pengaturan kecepatan pengadukan dari kecepatan koagulasi beralih menuju kecepatan flokulasi dilakukan berangsur-angsur turun atau bertahap agar flok yang terbentuk tidak terpecah kembali, sehingga partikel koloid bersama koagulan dapat mengendap sempurna dan kekeruhan turun lebih optimum.

5.2. SARAN

Adapun saran yang perlu diperhatikan sehubungan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Serbuk besi yang digunakan sebagai koagulan harus diperiksa terlebih dahulu komposisi kimianya, bila terdapat unsur kimia seperti logam berat (Hg, Ag, Pb dan sejenisnya) sebaiknya dihindari karena dapat bersifat toksik bila dikonsumsi.
2. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut tentang uji toksisitas, serta kelayakan secara ekonomis terhadap penggunaan serbuk besi sebagai koagulan

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts G., Santika S.S., 1984, "METODE PENELITIAN AIR", Usaha Nasional
Surabaya, Indonesia
- Al-Layla, M. Anis, 1978, "WATER SUPPLY ENGINEERING DESIGN", Ann
Arbor Science, Michigan.
- Anonim, 1970, "BUKU PENUNTUN ANALISA AIR BERSIH", Direktorat Air
Bersih Cipta Karya, Indonesia
- Anonim, 1978, "BASIC WATER TREATMENT OPERATION MANUAL",
American Water Work Association, USA
- Anonim, 1991, "WATER TREATMENT HANDBOOK", Degremont, Paris
- Darmono, 1995, "LOGAM DALAM SISTEM BIOLOGI MAKHLUK HIDUP",
Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta
- Eckenfelder, Wesley W., 1966, "INDUSTRIAL WATER POLLUTION
CONTROL", Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Eckenfelder, Wesley W. Jr., "PRINCIPLES OF WATER QUALITY
MANAGEMENT", CBI Publishing Company, Massachusetts.
- Fair G.W., Geyer J.C., Okun D.A., 1968, "WATER AND WASTEWATER
ENGINEERING Vol. 2 Water Purification And Wastewater Treatment
And Disposal" John Wiley and Sons, New York
- Hammer, M.J., 1986, "WASTEWATER TECHNOLOGY", John Wiley & Sons,
New York

- Johannes, H., 1968, "PENGANTAR KIMIA KOLOID DAN KIMIA PERMUKAAN", Universitas Gajah Mada, Jogjakarta
- Kristanto, Philip, 2002, "EKOLOGI INDUSTRI", Andi Yogyakarta, Jogjakarta.
- Pottier, P.E., 1968, "CHEMICAL TREATMENT OF RADIOACTIVE WASTE", International Atomic Energy Agency, Vienna
- Prayitno, 1987, "STUDI PEMBENTUKAN FLOK PADA KOAGULASI-FLOKULASI DENGAN TAWAS", Prosiding Seminar PPNY-Batan, Jogjakarta
- Reynold, Tom D., 1982, "UNIT OPERATION AND PROCESSES IN ENVIRONMENTAL ENGINEERING", Wadsworth Inc. Belmont, California
- Supranto, J., 1989, "STATISTIK TEORI DAN APLIKASI", Erlangga, Jakarta
- Tchobanoglous, G., 1979, "WASTEWATER ENGINEERING TRETMENT DISPOSAL REUSE", Mc Graw Hill Book Company, New York
- Tebbutt, T.H.Y., 1982, "PRINCIPLES OF WATER QUALITY CONTROL", Departement of Civil Engineering, University of Birmingham
- Widiyanto, A.H., 1996, "PENGOLAHAN AIR PERMUKAAN DENGAN MEMANFAATKAN OKSIDA BESI SEBAGAI KOAGULAN", Yayasan Lingkungan Hidup, Jogjakarta

LAMPIRAN

Berita Acara
Seminar Proposal Tugas Akhir

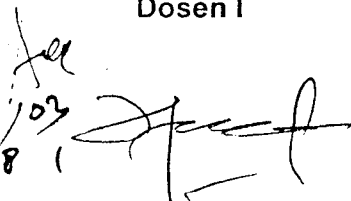
Periode : Revisi
Hari, Tanggal : Kamis, 14 Agustus 2003
Nama/NIM Mhs : Tera D.H. / 99.513.011
Judul Proposal : Penggunaan Kandang Serbuk Besi

Berdasarkan penilaian Dosen Pembimbing dan Pengarah, maka untuk Tugas Akhir Mahasiswa tersebut diatas: **ditolak/diterima/diterima*** dengan syarat dan revisi:

1. - Judul dirubah " Studi pemanfaatan limbah serbuk besi "
- Variabel disesuaikan dengan batasan (dari penelitian terdahulu)
2. Komposisi serbuk besi
- 3.
- 4.

Dosen Pengarah dan Pembimbing:

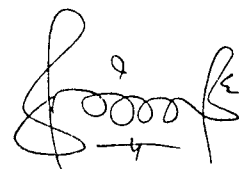
Dosen I

23/08/03


Dosen II


(HUDONI, ST)

Dosen III


(EKO SISWOTO, ST)

PERSYARATAN KUALITAS AIR MINUM**1. BAKTERIOLOGIS**

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

2. KIMIA**A. Bahan-bahan inorganic (yang memiliki pengaruh langsung pada kesehatan)**

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
Antimony	(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	
Cadmium	(mg/liter)	0.003	
Kromium	(mg/liter)	0.05	
Tembaga	(mg/liter)	2	

Sianida	(mg/liter)	0.07	
Fluoride	(mg/liter)	1.5	
Timah	(mg/liter)	0.01	
Molybdenum	(mg/liter)	0.07	
Nikel	(mg/liter)	0.02	
Nitrat (sebagai NO ₃)	(mg/liter)	50	
Nitrit (sebagai NO ₂)	(mg/liter)	3	
Selenium	(mg/liter)	0.01	

B. Bahan-bahan inorganik (yang kemungkinan dapat menimbulkan keluhan pada konsumen)

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
Ammonia	mg/l	1.5	
Aluminium	mg/l	0.2	
Chloride	mg/l	250	
Copper	mg/l	1	
Kesadahan	mg/l	500	
Hidrogen Sulfide	mg/l	0.05	
Besi	mg/l	0.3	
Mangan	mg/l	0.1	
pH	-	6,5 - 8,5	
Sodium	mg/l	200	
Sulfate	mg/l	250	
Padatan terlarut	mg/l	1000	
Seng	mg/l	3	
	mg/l		

C. Bahan-bahan organik (yang memiliki pengaruh langsung pada kesehatan)

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
Chlorinate alkanes			
carbon tetrachloride	(µg/liter)	2	
dichloromethane	(µg/liter)	20	
1,2 -dichloroethane	(µg/liter)	30	
1,1,1 -trichloroethane	(µg/liter)	2000	

Chlorinated ethenes			
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	
Benzene	(µg/liter)	10	
Toluene	(µg/liter)	700	
Xylenes	(µg/liter)	500	
benzo[a]pyrene	(µg/liter)	0,7	
Chlorinated benzenes			
Monochlorobenzene	(µg/liter)	300	
1,2 -dichlorobenzene	(µg/liter)	1000	
1,4 -dichlorobenzene	(µg/liter)	300	
Trichlorobenzenes (total)	(µg/liter)	20	
Lain-lain			
di(2-ethylhexy)adipate	(µg/liter)	80	
di(2-ethylhexy)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	
Nitriloacetic acid	(µg/liter)	200	
Tributyltin oxide	(µg/liter)	2	

D. Bahan-bahan organik (yang kemungkinan dapat menimbulkan keluhan pada konsumen)

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
Toluene	µg/l	24-170	
Xylene	µg/l	20-1800	
Ethylbenzene	µg/l	2-200	
Styrene	µg/l	4-2600	
Monochlorobenzene	µg/l	10-12	
1.2 -dichlorobenzene	µg/l	1-10	
1.4 -dichlorobenzene	µg/l	0.3-30	
Trichlorobenzenes (total)	µg/l	5-50	
2 -chlorophenol	µg/l	600-1000	
2,4 -dichlorophenol	µg/l	0.3-40	
2,4,6 -trochlorophenol	µg/l	2-300	

E. Pestisida

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
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-3-chloropropane	(µg/liter)	1	
2,4 -D	(µg/liter)	30	
1,2 -dichloropropane	(µg/liter)	20	
1,3 -dichloropropane	(µg/liter)	20	
Heptachlor and Heptachlor epoxide	(µg/liter)	0.03	
Hexachlorobenzene	(µg/liter)	1	
Isoproturon	(µg/liter)	9	
Lindane	(µg/liter)	2	
MCPA	(µg/liter)	2	
Molinate	(µg/liter)	6	
Pendimethalin	(µg/liter)	20	
Pentachlorophenol	(µg/liter)	9	
Permethrin	(µg/liter)	20	
Propanil	(µg/liter)	20	
Pyridate	(µg/liter)	100	
Simazine	(µg/liter)	2	
Trifluralin	(µg/liter)	20	
Chlorophenoxy herbicides selain 2,4-D dan MCPA			
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	

F. Desinfektan dan hasil sampingannya

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
1	2	3	4
Monochloramine	Mg/l	3	
di- and trichloramine			
Chlorine	Mg/l	5	
Bromate	($\mu\text{g/liter}$)	25	
Chlorite	($\mu\text{g/liter}$)	200	
2,4,6 -trichlorophenol	($\mu\text{g/liter}$)	200	
Formaldehyde	($\mu\text{g/liter}$)	900	
Bromoform	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Dibromochloromethane	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Bromodichloro-methane	($\mu\text{g/liter}$)	60	
Chloroform	($\mu\text{g/liter}$)	200	
Chlorinated acetic acids			
Dichloroacetic acid	($\mu\text{g/liter}$)	50	
Trichloroacetic acid	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Chloral hydrate			
(Trichloroacetal-dehyde)	($\mu\text{g/liter}$)	10	
Dichloroacetonitrile	($\mu\text{g/liter}$)	90	
Dibromoacetonitrile	($\mu\text{g/liter}$)	100	
Trichloroacetonitrile	($\mu\text{g/liter}$)	1	
Cyanogen chloride	($\mu\text{g/liter}$)	70	
(sebagai CN)	($\mu\text{g/liter}$)	25	

3. RADIOAKTIFITAS

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum yang diperbolehkan	Ket.
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	Ket.
1	2	3	4
Parameter Fisik			
Warna	TCU	15	
Rasa dan bau	-	-	Tidak berbau dan berasa
Temperatur	°C	Suhu udara ± 3 °C	
Kekeruhan	NTU	5	

MENTERI KESEHATAN RI

ttd.

Dr. ACHMAD SUJUDI



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uui.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

Jogyakarta, 12 Agustus 2003

Nomor : /Kajur.TL/20/TL/VIII/2003
Hal : Uji Kandungan Limbah
Lamp :

Kepada Yth.
Dr. Rer. Nat. Agus Taftazani
Di_ BATAN Jogjakarta

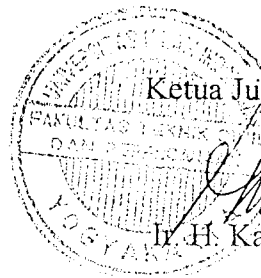
Assalamu'alaikum wr. wb.

Dalam rangka penyusunan Tugas Akhir bagi mahasiswa di Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia (JTL FTSP UII), maka kami mohon kepada Bapak untuk memberikan **Ijin Pengujian Kandungan Limbah Serbuk Besi** di Laboratorium yang bapak pimpin. Adapun mahasiswa yang akan mengujikan adalah sebagai berikut

Nama : Terra Desi Harysanti
No Mhs : 99513011

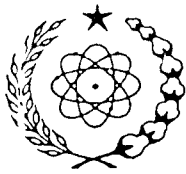
Demikian permohonan ini kami sampaikan, atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum wr. wb.



Ketua Jurusan Teknik Lingkungan

Ir. H. Kasan, MT



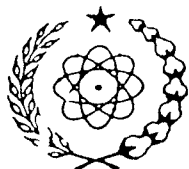
**DATA ANALISIS Fe PADA SAMPEL LIMBAH SERBUK BESI
MENGUNAKAN ALAT X-RAY FLUORESCENCE (XRF)
(U/P. TERA DESY, FAK.TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN, UII).**

HASIL PENGUJIAN :

NO	NAMA SAMPEL	UNSUR	KADAR (%)	METODE
1.	Limbah serbuk besi	Fe	24,54	XRF
		Ba	0,0234	XRF

Yogyakarta, 5 Agustus 2003
Kapok Dasar Inovasi Bahan,

Dr.Ir. Agus Taftazani
NIP. : 330002278



LAMPIRAN 4

BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL

PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI MAJU

Jl. Babarsari, Kotak Pos 1008, Yogyakarta 55010 Indonesia - Telepon : (0274) 515435, 511762
Fax. (0274) 561824, E-mail : p3tm@indo.net.id

**DATA ANALISIS Al & Mg PADA SAMPEL SERBUK BESI
DENGAN METODE ANALISIS PENGAKTIVAN NETRON (APN)
(U/P. TERA DESY, MHS. TEKNIK LINGKUNGAN UII, YOGYAKARTA)**

HASIL PENGUJIAN :

NO	KODE SAMPEL	PARAMETER	KADAR (%)	METODE
1.	Serbuk besi	Al	4,419	AAN
		Mg	1,032	AAN

Yogyakarta, 11 Nopember 2003
/s/ Kapok.Dasar Inovasi Bahan,

Dr. Ir. Agus Taftazani
NIP. : 330002278



LAMPIRAN 5

PEMERINTAH KOTA PONTIANAK
PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM



Jalan Imam Bonjol No. 430 Telepon 732592 - 737346 - 734642

Pontianak 78123

SURAT KETERANGAN

Nomor : 28/UM/IX - 261/2003

Yang bertandatangan dibawah ini Direksi Perusahaan Daerah Air Minum Kota Pontianak dengan ini menerangkan bahwa :

No	N A M A	N I M	JURUSAN
1.	Terra Desi Harysanty	99513011	Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia

Telah mengadakan penelitian dan pengambilan data di PDAM Kota Pontianak, dalam rangka penyusunan Tugas Akhir (Skripsi) dengan judul "***STUDI PEMANFAATAN LIMBAH SERBUK BESI SEBAGAI KOAGULAN UNTUK MENURUNKAN KEKERUHAN PADA AIR BAKU PDAM KOTA PONTIANAK – KALIMANTAN BARAT***".

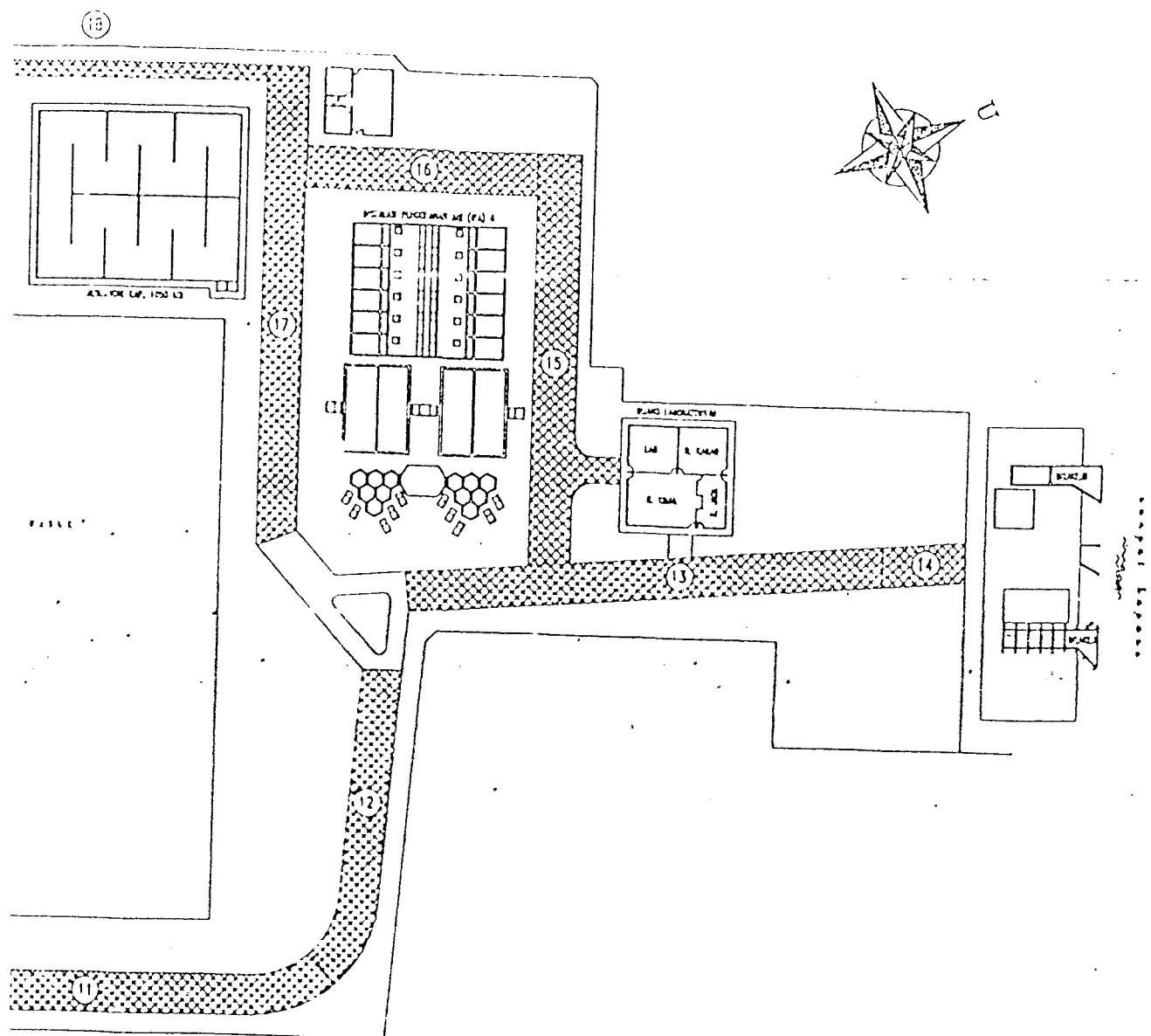
Demikian Surat Keterangan ini diberikan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 23 September 2003

PEMERINTAH KOTA PONTIANAK
DIREKSI PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM



PETRUS KAMUSI, A.Md
Direktur Bidang Umum



IK PAM IYAM BONJOL

109°21'18"E

109°23'04"E

PETA RENCANA PENGGUNAAN LAHAN KOTAMADYA PONTIANAK TAHUN 1994-2004

LEGENDA :

	Batas Kotamadya		Industri
	Batas Kecamatan		Terminal
	Batas Kelurahan		TPA Sampah
	Sungai		Pusat Kota
	Jalan		Sub Pusat
	Lahan Konservasi		Rencana Jembatan Kapuas II
	Lahan Cadangan (Radar)		Pergudangan
	Perumahan		Pengembangan
	Perdagangan Jasa		
	Pemerintahan		
	Militer		
	Facilitas Pendidikan		
	Facilitas Olah Raga		
	Perkantoran Umum Jasa		
	Prasarana Transportasi Air		
	Ruang Terbuka Hijau Budidaya Rekreasi		

Sumber : Hasil Analisis



SKALA 1 : 66.000

0 1 2 3 Km
0 0,66 1,32 1,98 Km

Gambar 2.4



PEMERINTAH KOTAMADYA
DAERAH TINGKAT I
PONTIANAK

109°21'18"E

109°23'04"E

HASIL PEMERIKSAAN AIR BAKU PDAM KOTA PONTIANAK**(16 September 2003 jam 10.00)**

Parameter	Percobaan I	Percobaan II
pH	6.32	6.31
Kekeruhan (NTU)	21	20
Wama (Pt Co)	162	162
Kadar besi (mg/L)	0.6	0.6

HASIL PEMERIKSAAN PENENTUAN KONSENTRASI KAPUR

Konsentrasi Ca(OH)_2 (%)	pH	Kekeruhan (NTU)	
		Percobaan I	Percobaan II
2	8.09	17	16
4	9.11	14	14
6	10.04	14	14
8	10.86	10	12
10	11.56	13	18

Keterangan : Dosis kapur = 2 ml

HASIL PEMERIKSAAN PENENTUAN DOSIS KAPUR

Dosis Ca(OH)_2 (ml)	pH		Kekeruhan (NTU)	
	Percobaan I	Percobaan II	Percobaan I	Percobaan II
1	13	15	10.11	9.8
2	10	13	10.14	10.07
3	7	8	10.42	10.43
4	17	10	10.49	10.84
5	18	15	10.87	11.2

Keterangan : Konsentrasi kapur = 8%

HASIL PEMERIKSAAN PENENTUAN KONSENTRASI SERBUK BESI

Konsentrasi Serbuk Besi (%)	Kekeruhan (NTU)		Kadar besi (mg/L)	Warna (Pt Co)	pH
	Percobaan I	Percobaan II			
1	9	8	0.1	16	10.17
1.5	8	8	0.07	16	10.12
2	6	6	0.07	15	10.18
2.5	1	3	0.05	10	10.03
3	4	5	0.08	19	10.1

Keterangan : Konsentrasi kapur = 8%

Dosis kapur = 3 ml

HASIL PEMERIKSAAN PENENTUAN DOSIS SERBUK BESI

Dosis Serbuk Besi (ml)	Kekeruhan (NTU)		pH	
	Percobaan I	Percobaan II	Percobaan I	Percobaan II
1	6	5	9.93	10.02
2	4	5	10.23	10.21
3	4	3	10.26	10.38
4	3	3	10.34	10.44
5	5	6	10.52	10.56

Keterangan : Konsentrasi kapur = 8%

Dosis kapur = 3 ml

Konsentrasi serbuk Fe = 2,5%

**HASIL PEMERIKSAAN PENGARUH KECEPATAN PENGADUKAN
PADA PROSES KOAGULASI-FLOKULASI**

Perlakuan	Kec. Koagulasi (rpm)	Kec. Flokulasi (rpm)	Kekeruhan (NTU)		pH	
			Percobaan	Percobaan	Percobaan	Percobaan
			I	II	I	II
1	200	20	7	8	10.22	10.22
2	200	40	4	5	10.47	10.51
3	200	60	4	4	10.34	10.31
4	150	20	9	8	10.24	10.27
5	150	40	6	6	10.35	10.39
6	150	60	4	5	10.41	10.4
7	100	20	10	10	10.32	10.29
8	100	40	7	6	10.44	10.44
9	100	60	3	4	10.58	10.5

Keterangan : Konsentrasi kapur = 8%

Dosis kapur = 3 ml

Konsentrasi serbuk Fe = 2,5%

Dosis serbuk Fe = 3 ml



PEMERINTAH KOTA PONTIANAK
PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM



Jalan Imam Bonjol No. 430 Telepon 732592 - 737346 - 734642

Pontianak 78123

**HASIL PEMERIKSAAN KUALITAS AIR BAKU SETELAH PROSES
KOAGOLASI-FLOKULASI DENGAN MENAMBAHKAN
KOAGULAN KAPUR DAN SERBUK BESI**

Parameter	Satuan	Air Baku	Setelah Proses Koagulasi-Flokulasi	KEP MENKES No.907/SK/VII/2002
Suhu	$^{\circ}\text{C}$	28	27	Suhu air normal
Warna	Pt-Co	162	10	15
Kekeruhan	NTU	21	1	5
Kalsium (sbg. Ca)	mg/L	1.55	1.24	200
Magnesium (sbg. Mg)	mg/L	3.59	2.37	150
Besi (sbg. Fe)	mg/L	0.6	0.05	0.3
Klorida (sbg. Cl ⁻)	mg/L	229.29	31.24	250
Nitrat (sbg. NO ₃)	mg/L	1.3	0.5	10
Nitrit (sbg. NO ₂)	mg/L	0.003	0.002	0.1
Cromium (Cr ⁶⁺)	mg/L	0	0.02	0.05
Alumunium (Al)	mg/L	0.09	0.04	0.2
Seng (Zn)	mg/L	0.31	0.05	5
Flourida (F)	mg/L	0.34	0.17	0.5
Mangan (Mn)	mg/L	0.08	0.03	0.1
Barium (Ba)	mg/L	0.3	0.2	0.7
Cupper (Cu)	mg/L	0.003	0.05	1
Sulfat (SO ₄)	mg/L	26	29	300

Sumber : Hasil pemeriksaan laboratorium PDAM PontIANAK, 2003



PEMERINTAH KOTA PONTIANAK
PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM

Jalan Imam Bonjol No. 430 Telepon 732592 - 737346 - 734642

Pontianak 78123

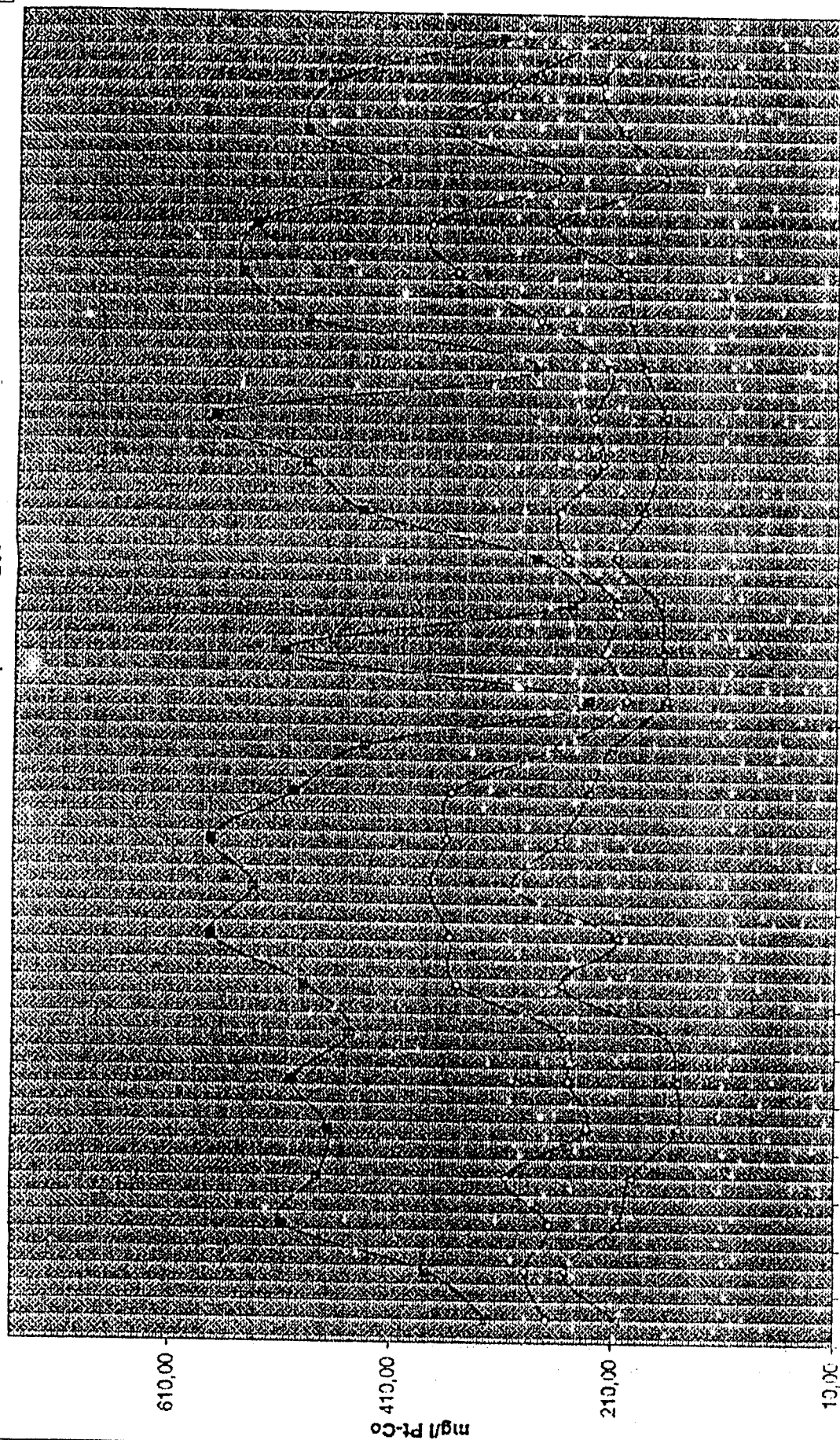


BAGIAN PRODUKSI PDAM KOTA PONTIANAK
KUALITAS AIR BAKU PARAMETER WARNA, KEKERUHAN DAN pH
BULAN SEPTEMBER 2003

Tanggal	Warna (Pt Co)	Kekeruhan (NTU)	pH
1-Sep-03	206	35	6,21
2-Sep-03	254	39	6,20
3-Sep-03	205	37	6,22
4-Sep-03	193	44	6,39
5-Sep-03	151	28	6,38
6-Sep-03	152	35	6,25
7-Sep-03	165	38	6,23
8-Sep-03	257	55	6,18
9-Sep-03	201	60	6,15
10-Sep-03	300	70	6,02
11-Sep-03	259	66	6,08
12-Sep-03	233	68	6,08
13-Sep-03	213	29	6,04
14-Sep-03	165	25	6,04
15-Sep-03	168	24	6,19
16-Sep-03	162	21	6,32
17-Sep-03	211	29	6,00
18-Sep-03	186	28	6,13
19-Sep-03	171	23	6,20
20-Sep-03	166	28	6,24
21-Sep-03	186	23	6,20
22-Sep-03	198	38	6,20
23-Sep-03	206	62	6,20
24-Sep-03	266	65	6,12
25-Sep-03	169	36	6,02
26-Sep-03	206	58	6,00
27-Sep-03	225	51	6,00
28-Sep-03	186	26	6,00
29-Sep-03	274	25	6,00
30-Sep-03	211	27	6,00

Warna air baku
Bulan September 2003

—○— Rata-rata
 —■— Maximum
 —△— Minimum



02-Sep-03 04-Sep-03 06-Sep-03 08-Sep-03 10-Sep-03 12-Sep-03 14-Sep-03 16-Sep-03 18-Sep-03 20-Sep-03 22-Sep-03 24-Sep-03 26-Sep-03

Tanggal

[illegible]

No	Nama dan Jabatan	Tgl Pengantar	Pengantar	Dokter Gigi	Radiografi	Ortodonti	Periodontologi	Endodontik	Stomatologi Umum	Gigi Anak	Materi Lain-lain
1.	Air baku intake Inam Borjoi	01-Sep-03	-	4/5	2/5	1/5	-	4/4	1/1	C/I	2'00"
2.	Air bersih IPA VII	01-Sep-03	O/S	O/S	O/S	-	O/S	O/S	O/S	-	<2
3.	Air bersih IPA II	01-Sep-03	O/S	O/S	O/S	-	O/S	O/S	O/S	-	<2
4.	Air bersih IPA IV	01-Sep-03	O/S	O/S	O/S	-	O/S	O/S	O/S	-	<2
5.	Anoceta, H. M. Wahid Hasim Go Abad	12-Sep-03	2/3	1/3	O/3	-	1/2	1/1	-	-	15
6.	Farez Najari, I Uray Bawadi	12-Sep-03	1/3	1/3	O/3	-	1/1	1/1	-	-	7
7.	Sarifur, R.F. Rais A Rahman	12-Sep-03	1/3	1/3	O/2	-	1/1	1/1	-	-	Sexual standar
8.	Hendro K Prof. DR Hamka	12-Sep-03	1/3	1/3	O/3	-	1/1	1/1	-	-	Sexual standar
9.	Kelali, J.H. Rais A Rahman Gg Gunung Gedé	26-Sep-03	1/3	1/3	O/3	-	1/1	1/1	-	-	Sexual standar
10.	Suhendi, F.H. Sals A Rahman Gg Agung	26-Sep-03	2/3	1/3	O/3	-	1/2	1/1	-	-	15
11.	I.A.R.a Veteran	26-Sep-03	1/3	1/3	O/3	-	1/1	1/1	-	-	7
12.	Thancir S.M.KH.Wahid Husyem No 179	26-Sep-03	1/3	1/5	O/3	-	1/1	1/1	-	-	7

Keterangan :

Tes Perkiraan : Presumtive tes:

Tes Perrigan : Confirmatory test

MPN: Most Probable Number

Batas maksimum untuk air perpaar adalah 10 mg/l/100 ml (Permanes No. 416 Tr. 1990)

Pontianak, 25 September 2003

Peneliti



Tera Desy Harysanty

Mengetahui,

Kabag Produksi



Lajito, ST

Kasi Laboratorium



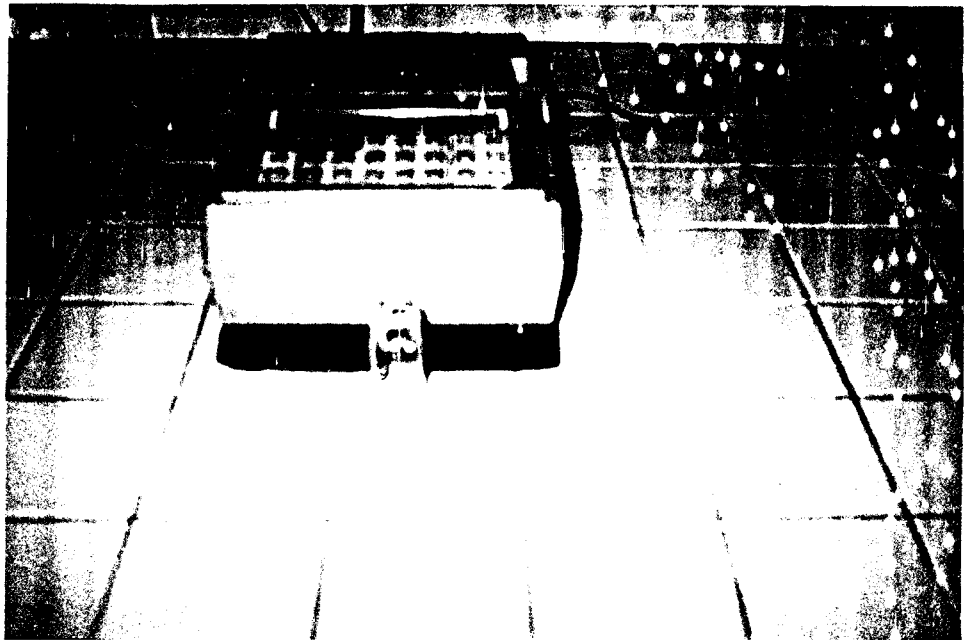
Afandi, ST

PEMERINTAH KOTA PONTIANAK
DIREKSI PERUSAHAAN DAERAH AIR MINUM

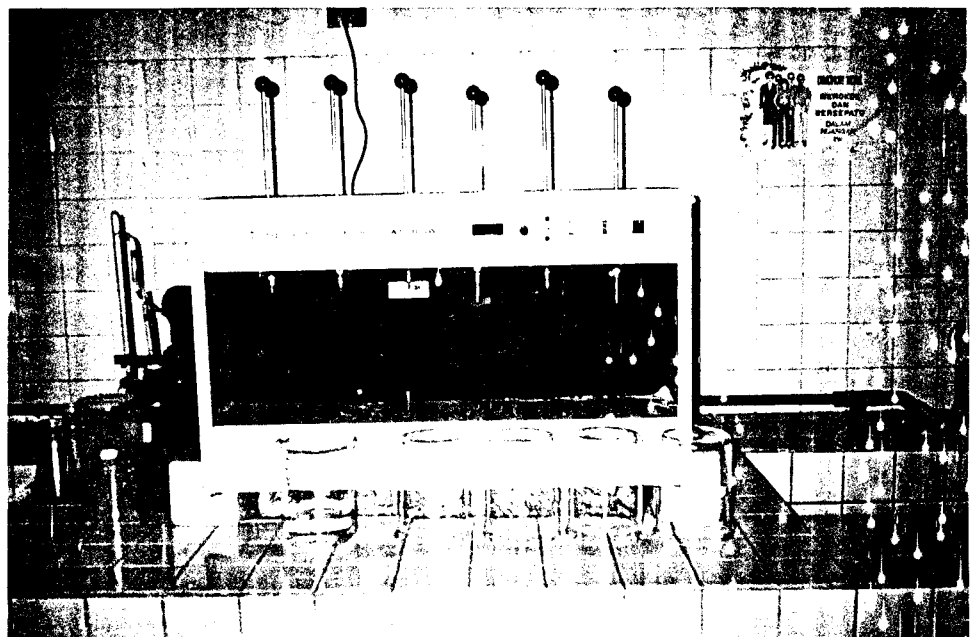


Petrus Kamusi, A.Md
Direktur Bidang Umum

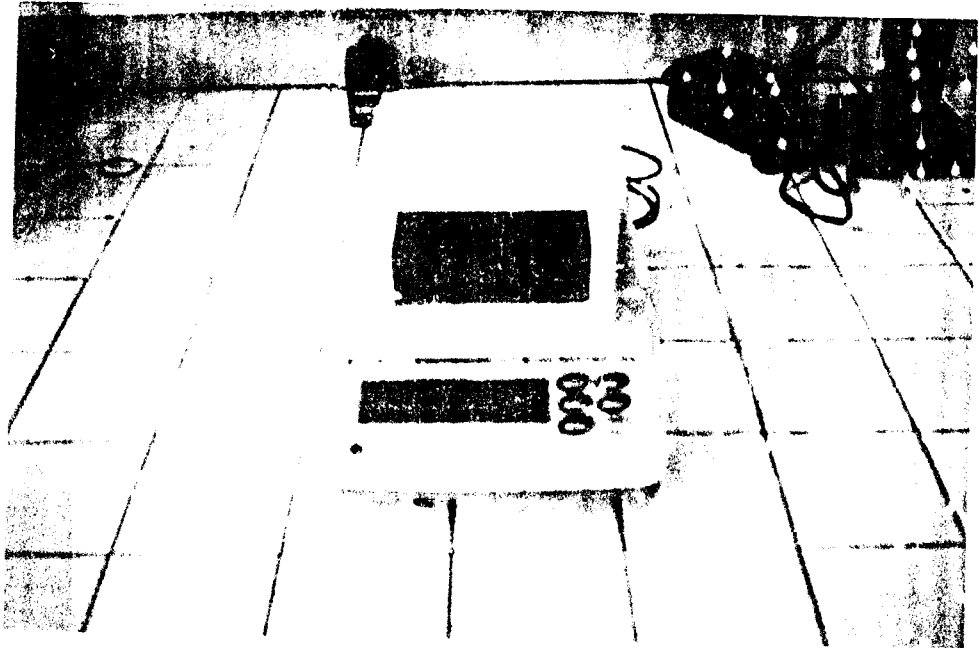
**DOKUMENTASI PELAKSANAAN PENELITIAN YANG
DILAKUKAN DI LABORATORIUM PDAM KOTA
PONTIANAK**



Gambar 1. Spectrophotometer HACH DR/2010



Gambar 2. Jar test Jenis Flocculator SW 1



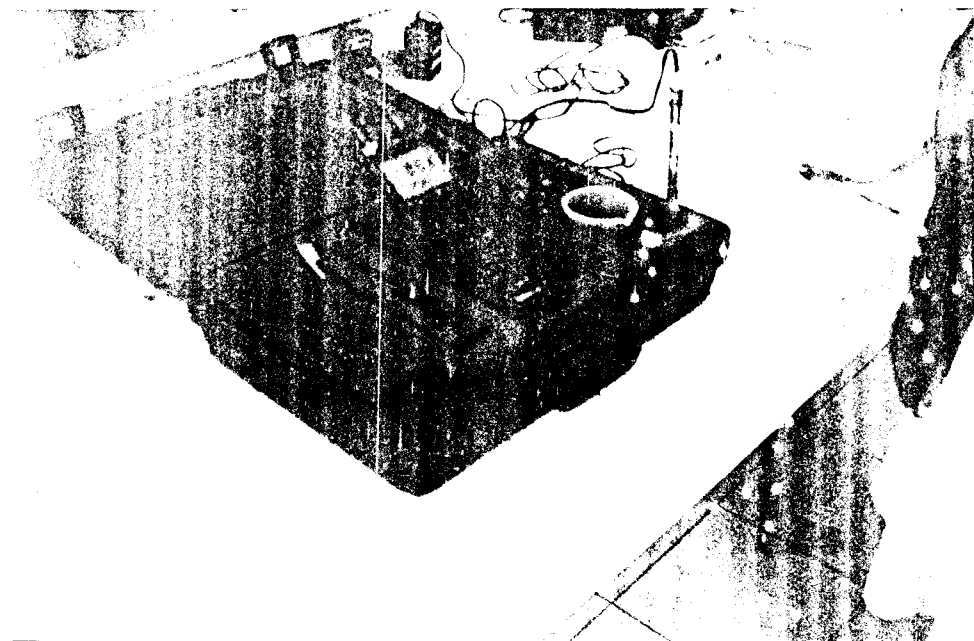
Gambar 3. Timbangan Digital GF 300



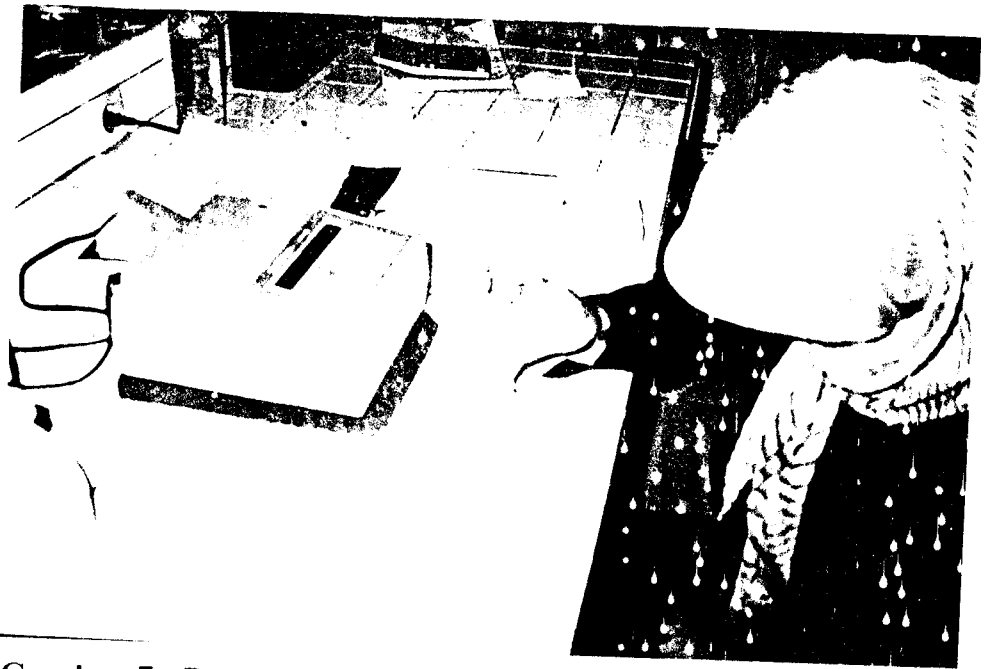
Gambar 4. pH meter HACH EC 10



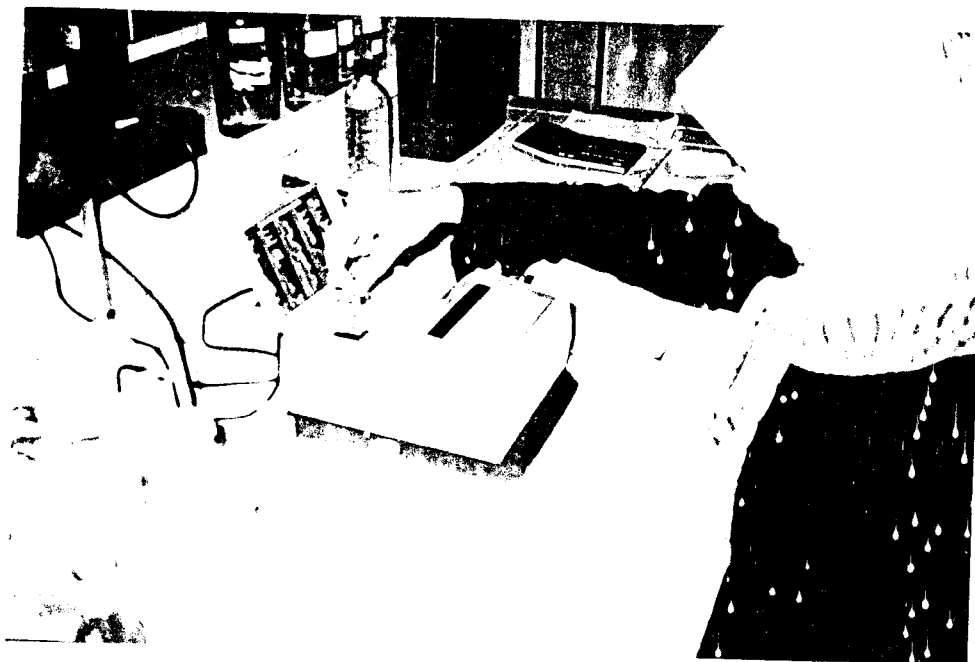
**Gambar 5. Pemeriksaan kekeruhan air menggunakan
spectrophotometer HACH DR/2010**



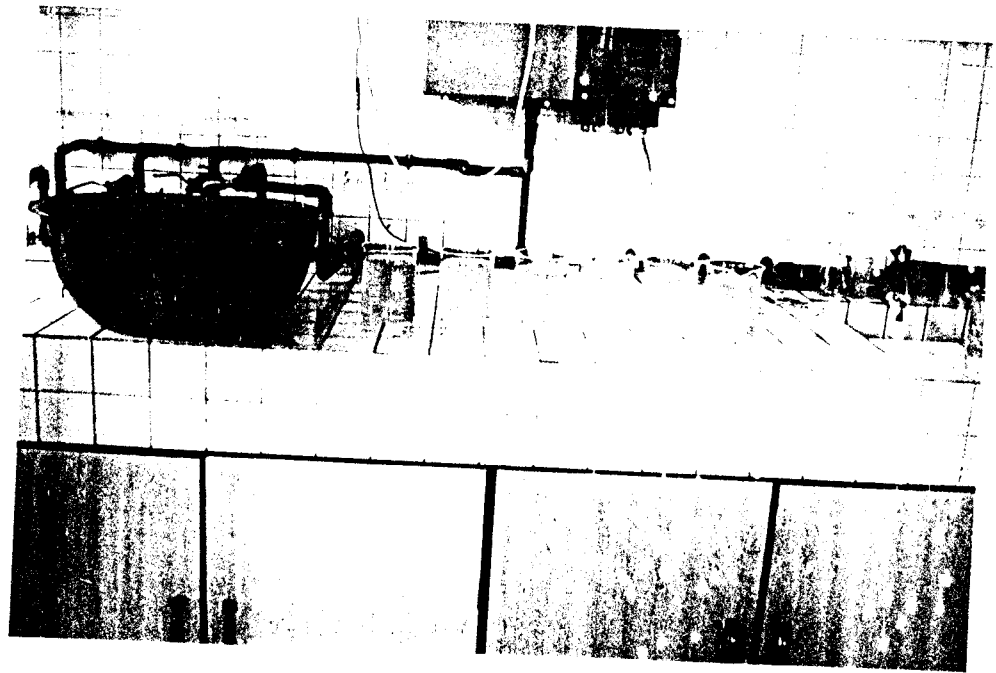
**Gambar 6. Pemeriksaan pH air menggunakan
pH meter HACH EC 10**



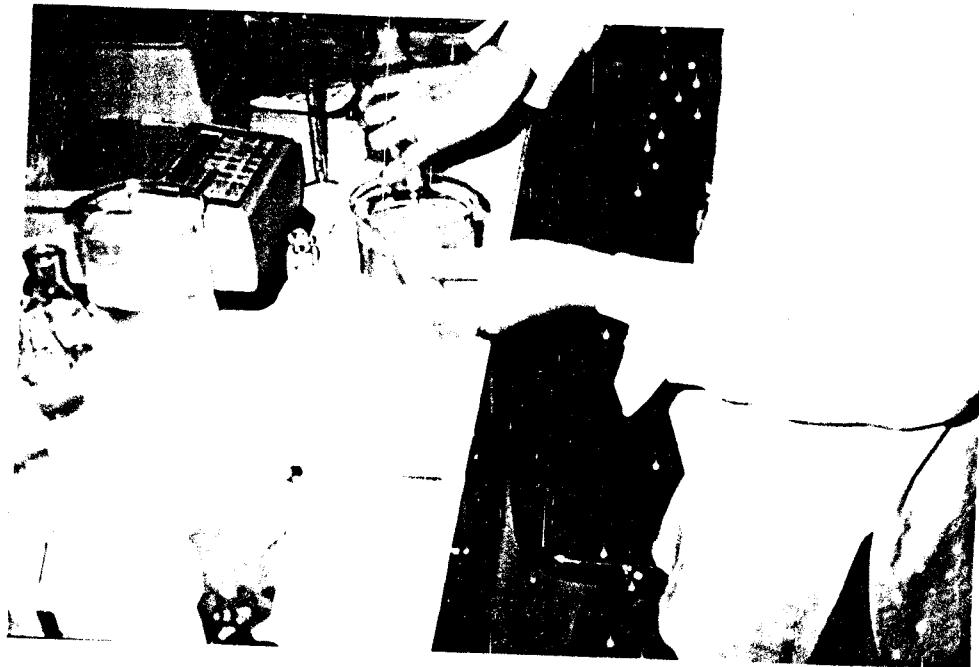
Gambar 7. Pembubuhan Ferro Ver HACH untuk pemeriksaan kadar besi air baku



Gambar 8. Pemeriksaan warna air menggunakan spectrophotometer HACH DR/2010



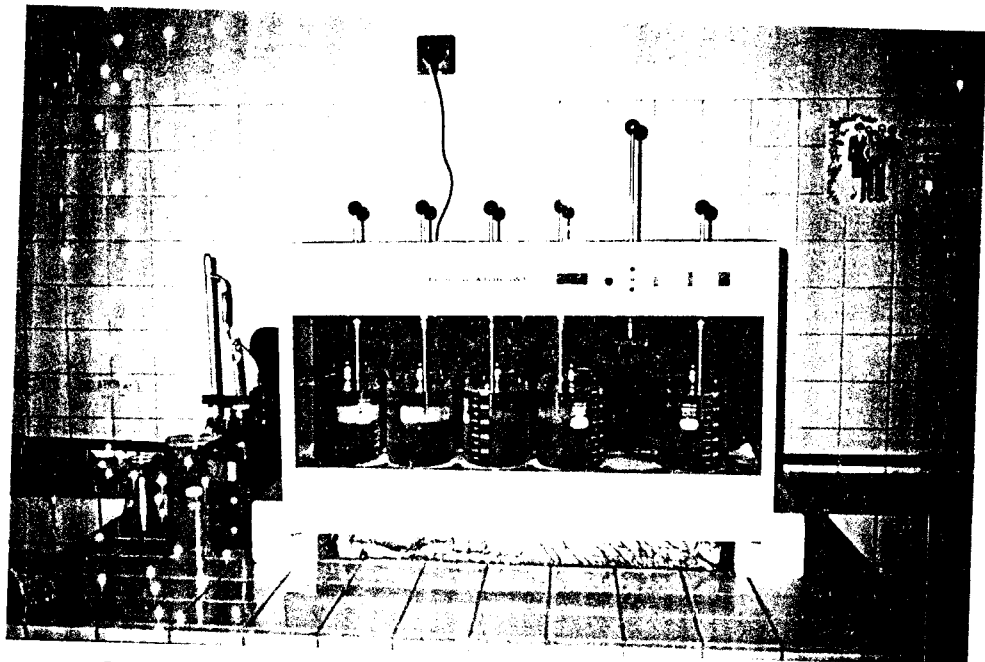
Gambar 9. Persiapan enam gelas beker yang berisi masing-masing 1L air baku yang belum diolah



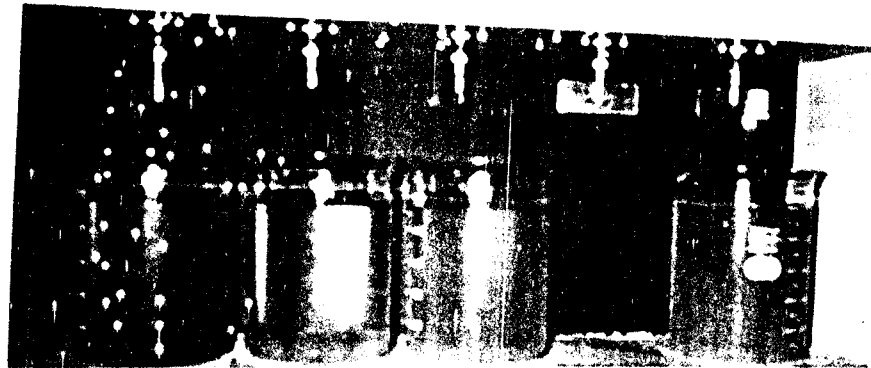
Gambar 10. Pembubuhan koagulan kedalam air baku



Gambar 11. Pengaturan kecepatan pengadukan alat Jar test
Flocculator SW 1



Gambar 12. Proses Pembentukan flok saat flokulasi



Gambar 13. Proses pengendapan setelah koagulasi-flokulasi



Gambar 14. Air baku yang telah mengalami proses koagulasi-flokulasi dan pengendapan