

PENENTUAN DOSIS OPTIMUM KOAGULAN UNTUK MENGOLAH AIR KALI KEBON AGUNG MENJADI AIR BERSIH

Tuhu Agung R.

Jurusan Teknik Lingkungan, UPN “Veteran” Jatim

ABSTRACT

Using clean water in UPN “Veteran” Jatim is supplied from PDAM Surabaya and only used for household, sprinkling garden, and now never be utilized as material of drinking water or cooking. So that not close possibility bloated water invoice. Alternative of choose is processing water from Kebon Agung Canal which stream in front of campus. Problem arising out is that water from Kebon Agung canal is discarding from region of PT SIER to seaward, so that not yet fulfilled standards of clean water quality and required processing. Result of processing water from Kebon Agung Canal by using clean water treatment laboratory installation, can be obtained that parameter examinees come near standards parameter of clean water PERMENKES No. 907 year 2002 (Colour:17 TCU, TDS : 114 ppm, turbidity : 0,9 NTU)

Key word : clean water & coagulant

ABSTRAK

Penggunaan air bersih di Lingkungan UPN”Veteran” yang di suplai dari PDAM Surabaya dan dimanfaatkan untuk keperluan rumah tangga, menyiram kebun dan sekarang jarang sekali untuk dipergunakan sebagai bahan baku air minum atau memasak. Sehingga tidak menutup kemungkinan membengkak tagihan air, Alternatif pilihannya dengan mengolah air dari Saluran pematusan Terusan Kebon Agung yang mengalir di depan halaman kampus. Permasalahan yang timbul adalah bahwa air dari Saluran pematusan Terusan Kebon Agung merupakan saluran buangan dari wilayah PT SIER menuju ke laut, sehingga belum memenuhi baku mutu air bersih dan perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu. Hasil olahan Air Kali Kebon Agung dengan menggunakan Mini Instalasi Air Bersih, didapatkan bahwa parameter yang diuji mendekati parameter standart air bersih PERMENKES No. 907 tahun 2002. (Warna :17 TCU; TDS : 114 ppm, Kekeruhan : 0,9 NTU).

Kata Kunci : Air bersih & koagulan

PENDAHULUAN

Teknologi pengelolaan dan pengolahan air merupakan kunci dalam memelihara kelestarian lingkungan hidup. Apapun macam teknologi pengolahan air domestik maupun industri yang dibangun harus dapat dioperasikan dan dipelihara oleh seluruh civitas warga UPN "Veteran". Berbagai teknik pengolahan air untuk menyisihkan bahan polutannya telah dicoba dan dikembangkan selama ini. Teknik-teknik pengolahan air yang telah dikembangkan tersebut secara umum terbagi menjadi 3 metode pengolahan : pengolahan secara fisika, kimia dan biologi secara dengan karakteristik bahan bakunya.

Penelitian ini merupakan rangkaian penelitian Lingkungan dan diharapkan hasil analisa dan pengolahan data dapat dipergunakan menentukan parameter-parameter awal yang akan dipergunakan sebagai data informasi untuk merenovasi dan merubah sistem unit wastewater treatment yang sudah ada menjadi instalasi pengolahan air bersih. Parameter yang diteliti meliputi jumlah kebutuhan bahan-bahan kimia dan kinetika proses pengolahan air bersih.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari karakteristik, debit , beban pencemar air kali Kebon Agung dan metode pengolahan air bersih, Memberikan

masuk pada pengelola dan perancang bangunan waste water treatment UPN untuk dapat dimanfaatkan menjadi Unit Pengolahan Air Bersih.

TEORI

Teknik-teknik pengolahan air yang dijadikan air bersih telah dikembangkan, secara umum terbagi menjadi 3 metode pengolahan secara fisika, kimia, biologi. Untuk suatu jenis mendapatkan air bersih, ketiga metode pengolahan tersebut dapat diaplikasikan secara sendiri-sendiri atau secara kombinasi.

Secara umum pengolahan air minum dibedakan menjadi dua : pengolahan lengkap dan pengolahan tak lengkap, pengolahan lengkap biasanya digunakan untuk mengolah air permukaan dan pengolahan tak lengkap digunakan untuk mengolah air tanah. (Godfrey S., 1994). Proses pengolahan air minum yang dilakukan untuk air permukaan (misal : sungai) adalah proses pengolahan lengkap. (Razif,1986). Sebenarnya urutan pelaksanaan pengolahan air ini hampir sama dengan tata urutan pengolahan air tak lengkap, tetapi ada beberapa parameter proses yang ditambahkan seperti halnya proses pengolahan secara fisika, secara kimia dan dilanjutkan pengolahan secara biologi.

a. Pengolahan Secara Fisika

Pengolahan pendahuluan air dengan jalan memisahkan bahan-bahan tersuspensi berukuran besar, mudah mengendap atau bahan-bahan yang terapung. Proses Penyaringan (*screening*) merupakan cara yang efisien dan murah untuk menyisihkan bahan tersuspensi yang berukuran besar. Bahan tersuspensi yang mudah mengendap dapat disisihkan secara mudah dengan proses pengendapan. Parameter desain yang utama untuk proses pengendapan ini adalah kecepatan mengendap partikel dan waktu detensi hidrolis di dalam bak pengendap.

Proses flotasi banyak digunakan untuk menyisihkan bahan-bahan yang mengapung seperti minyak dan lemak agar tidak mengganggu proses pengolahan berikutnya. Flotasi juga dapat digunakan sebagai cara penyisihan bahan-bahan tersuspensi (*clarification*) atau pemekatan lumpur endapan (*sludge thickening*) dengan memberikan aliran udara ke atas (*air flotation*).

Proses filtrasi di dalam pengolahan air buangan, biasanya dilakukan untuk mendahului proses adsorpsi atau proses *reverse osmosis*-nya, akan dilaksanakan untuk menyisihkan sebanyak mungkin partikel tersuspensi dari dalam air agar tidak mengganggu proses adsorpsi atau

menyumbat membran yang dipergunakan dalam proses osmosa.

Proses adsorpsi, biasanya dengan karbon aktif, dilakukan untuk menyisihkan senyawa aromatik (misalnya: fenol) dan senyawa organik terlarut lainnya, terutama jika diinginkan untuk menggunakan kembali air buangan tersebut.

Teknologi membran (*reverse osmosis*) biasanya diaplikasikan untuk unit-unit pengolahan kecil, terutama jika pengolahan ditujukan untuk menggunakan kembali air yang diolah. Biaya instalasi dan operasinya sangat mahal.

b Pengolahan Secara Kimia

Pengolahan air Kali Kebon Agung buangan secara kimia biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), logam-logam berat, senyawa fosfor, dan zat organik beracun; dengan membubuhkan bahan kimia tertentu yang diperlukan. Penyisihan bahan-bahan tersebut pada prinsipnya berlangsung melalui perubahan sifat bahan-bahan tersebut, yaitu dari tak dapat diendapkan menjadi mudah diendapkan (flokulasi-koagulasi), baik dengan atau tanpa reaksi oksidasi-reduksi, dan juga berlangsung sebagai hasil reaksi oksidasi. Pengendapan bahan tersuspensi yang tak mudah larut dilakukan dengan membubuhkan elektrolit yang mempunyai muatan yang berlawanan dengan muatan

koloidnya agar terjadi netralisasi muatan koloid tersebut, sehingga akhirnya dapat diendapkan. Penyisihan logam berat dan senyawa fosfor dilakukan dengan membubuhkan larutan alkali (air kapur misalnya) sehingga terbentuk endapan hidroksida logam-logam tersebut atau endapan hidroksiapatit. Endapan logam tersebut akan lebih stabil jika pH air > 10,5 dan untuk hidroksiapatit pada pH > 9,5. Khusus untuk krom heksavalen, sebelum diendapkan sebagai krom hidroksida $[\text{Cr}(\text{OH})_3]$, terlebih dahulu direduksi menjadi krom trivalent dengan membubuhkan reduktor (FeSO_4 , SO_2 , atau $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$). (Met Calf and Edy, 1979)

Menurut Eckenfelder (1986), koagulasi adalah proses kimia yang digunakan untuk menghilangkan bahan cemar yang tersuspensi atau dalam bentuk koloid. Partikel-partikel koloid ini tidak dapat mengendap sendiri dan sulit ditangani oleh perlakuan fisik. Melalui proses koagulasi, kekokohan partikel koloid ditiadakan sehingga terbentuk flok-flok lembut yang kemudian dapat disatukan melalui proses flokulasi. Penggoyahan partikel koloid ini akan terjadi apabila elektrolit yang ditambahkan dapat diserap oleh partikel koloid sehingga muatan partikel menjadi netral. Penetralan muatan partikel oleh koagulan hanya mungkin terjadi jika muatan partikel mempunyai

konsentrasi yang cukup kuat untuk mengadakan gaya tarik menarik antar partikel koloid. Menurut Migo *et al.*, (1993), koagulasi yang efektif terjadi pada selang pH tertentu. Penggunaan koagulan logam seperti aluminium dan garam-garam besi secara umum dapat mendegradasi limbah cair yang mengandung sus[pended solid. Koagulasi merupakan proses destabilisasi muatan pada partikel tersuspensi dan koloid. Flokulasi adalah aglomerasi dari partikel yang terdestabilisasi dan koloid menjadi partikel terendapkan.

Penyisihan bahan-bahan organik beracun seperti fenol dan sianida pada konsentrasi rendah dapat dilakukan dengan mengoksidasinya dengan klor (Cl_2), kalsium permanganat, aerasi, ozon hidrogen peroksida. Pada dasarnya untuk memperoleh efisiensi tinggi dengan pengolahan secara kimia, akan tetapi biaya pengolahan menjadi mahal karena memerlukan bahan kimia.

3. Metode Penelitian

Untuk menentukan metoda pengolahan yang tepat bagi pengolahan air kali kebon Agung menjadi air bersih, terlebih dahulu dipelajari karakteristik air kali tersebut. Uraian Kegiatan penelitian pengolahan air bersih meliputi :

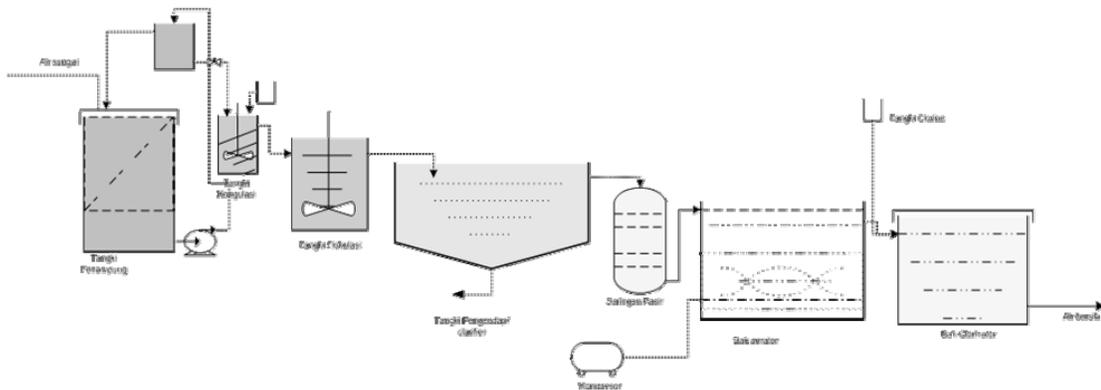
- Penelitian karakteristik air sungai yang meliputi saat pasang dan

surut, debit air di musim kemarau & hujan, komposisi bahan pencemar.

- Perancangan peralatan instalasi pengolahan air bersih skala laboratorium.
- Penentuan parameter standart prosedur operasional yang meliputi waktu tinggal dan jumlah bahan-bahan kimia yang dibutuhkan.

Penelitian ini memanfaatkan air kali Kebon Agung untuk dijadikan air bersih, Pengolahan air baku sungai tersebut akan melalui 3 tahapan proses pengolahan, yaitu pengolahan secara fisika, kimia, biologi.

Penelitian ini akan menggunakan Unit Pilot plant air bersih merupakan rangkaian peralatan yang terdiri dari proses koagulasi-flokulasi, sedimentasi, filtrasi, oksidasi dan clorinasi. Mini Instalasi Pengolahan air bersih ini dirancang dan dibuat dari bahan flexy glass dengan harapan dapat terlihat hidrodinamika gerakan partikel-partikel padat hasil flokulasi. Kapasitas volume tangki koagulasi : 1 liter, tangki flokulasi 15 liter dan bak pengendapan max 120 liter. Waktu tinggal di tangki koagulasi 1 menit dengan kecepatan pengadukkan 100 rpm dan di tangki koagulasi 15 dengan kecepatan pengadukkan 15 menit.



Gambar 1. Rangkaian Peralatan Mini Pengolahan Air Bersih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sample air baku dari Saluran Pematuan terusan Kebon Agung, diambil dari depan Giriloka, UPN 'Veteran' JATIM, pada saat pagi hari & kondisi air surut terendah. Volume yang diambil untuk 1 kali proses perlakuan sebesar 200 lt. Parameter yang dianalisa adalah Kekeruhan, Warna, TDS, Suhu, dan pH. Mengingat karena keterbatasan waktu dan dan maka pada awal penelitian ini hanya dilakukan proses pengolahan secara fisik kimia. Proses koagulasi – flokulasi dipergunakan Koagulan PAC, Tawas dan Flokulan Tremer, sedangkan untuk proses aerasi dan klorinasi akan dilakukan setelah perlakuan ini selesai.

Adapun parameter awal dari saluran pematuan kebon Agung dapat dilihat pada **Tabel 1.**, dibawah ini. Semua pengamatan parameter air saluran Kebon Agung

merupakan hasil rata-rata dilakukan secara acak dengan memanfaatkan keberadaan laboratorium lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan.

Tabel 1. Karakteristik Air Baku Kali Kebon Agung

PARAMETER	NILAI
Kekeruhan	3.03 NTU
Warna	55 TCU
TDS	701 mg/l
Suhu	28,6 °c
pH	6,7- 6,8
BOD	51
COD	82

Parameter uji air olahan dengan menggunakan mini Pengolahan air Bersih didapatkan tabel 2:

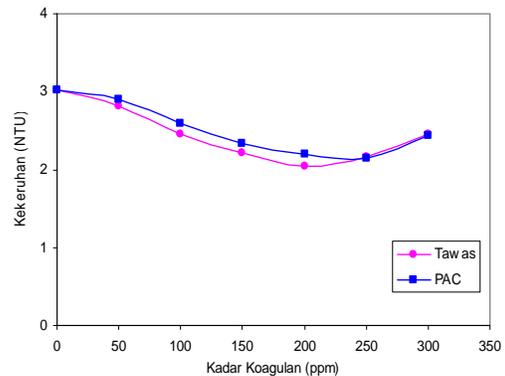
Tabel 2. Parameter hasil diolah berdasar Standart PERMENKES

PARAMETER	Satuan	Sebelum diolah	Setelah diolah	Standart PERMENKES	SNI 01-3553-1994
Kekeruhan	NTU	3.03	0.9	< 5	< 15
Warna	TCU	55	17	<15	<12,5
TDS	ppm	701	114	<1000	< 73
Suhu	oC	28,6	28.1		
pH		6,7- 6,8	6.9 – 7.0	6 - 9	7
BOD	ppm	51			
COD	ppm	82			

Metode Jar test merupakan perlakuan awal untuk menentukan dosis yang optimal dari koagulan-flokulan dan nilai-nilai parameter lain seperti pH, jenis, koagulan dan flokulan yang akan mempengaruhi proses fisik kimia. Sample yang berasal dari air pematusan Kali Kebon Agung merupakan cairan yang berisikan partikel-partikel halus/ kecil dan berbentuk koloid yang stabil dengan ciri-ciri sebagai berikut : Partikel-partikel kecil ini terlalu ringan dan sulit untuk dapat diendapkan dalam waktu yang pendek (beberapa jam) dan tidak dapat dilakukan penyaringan karena partikel-partikel tersebut terlarut. Partikel-partikel tersebut tidak dapat menyatu, bergabung dan menjadi partikel yang lebih besar dan berat, karena muatan listrik pada permukaan elektrostatis antara partikel satu dengan lainnya sama..

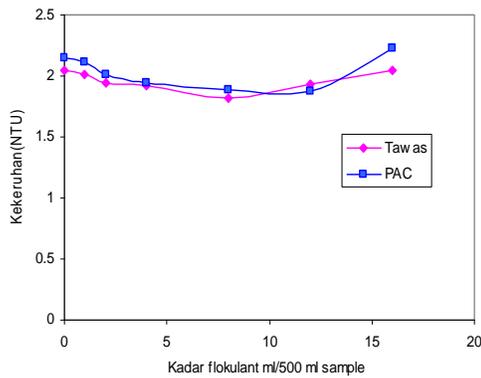
Langkah analisa Jar test ini ditujukan untuk mendapatkan nilai terbaik dari kombinasi koagulan-flokulan dalam mereduksi komponen-komponen koloid dan partikel tersuspensi pada air Kali Kebon Agung. Koagulan yang digunakan adalah Tawas (alum) dan PAC yang mudah didapat di pasaran dan harganya relatif murah. Flokulan yang digunakan adalah Polielektrolit Tremmer. Perlakuan yang diberikan meliputi kombinasi koagulan dengan flokulan. Nilai pH dan dosis optimum koagulan dan flokulan yang

diperoleh dari penelitian pendahuluan dan diterapkan pada penelitian utama ini. Setiap gelas diisi 500 ml sample air pematusan Kali Kebon Agung. Kemudian pH diatur sesuai pH optimum koagulan yang digunakan. Pengaturan pH dilakukan dengan penambahan H₂SO₄ dan Ca(OH)₂ untuk mencapai nilai pH yang diinginkan. Selanjutnya pada sampel ditambahkan koagulan dengan dosis optimum yang telah diperoleh dari penelitian pendahuluan. Pengadukan dilakukan pada kecepatan 120 rpm selama 1 menit untuk pengadukan cepat dan kecepatan 45 rpm selama 15 menit. Pada pengadukan lambat ditambahkan flokulan yang diinginkan sesuai kombinasi perlakuan. Parameter kombinasi yang terbaik dari koagulan dan flokulan dapat dilihat pada **Gambar 2** dan **Gambar 3**.



Gambar 2. Hubungan antara kekeruhan dengan penambahan koagulan tawas dan PAC

PENENTUAN DOSIS OPTIMUM KOAGULAN UNTUK MENGOLAH AIR KALI KEBON AGUNG
Tuhu Agung



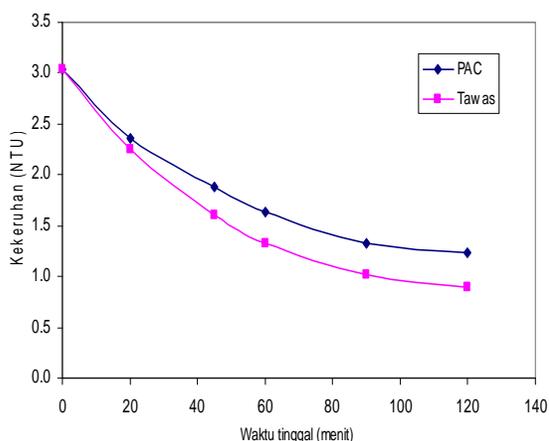
Gambar 3. Hubungan kekeruhan dengan penambahan koagulan tawas dan PAC (per 500 ml sample)

Kondisi terbaik untuk koagulan tawas dicapai pada konsentrasi 200 ppm dan dengan penambahan flokulan polielektroilit tremmer sebesar 8 ml per 500 ml sample air, hasil ini ditunjukkan dengan nilai kekeruhan hasil Jar test sebesar 1.82 NTU,. Sedangkan untuk jenis koagulan PAC dicapai pada konsentrasi 250 ppm dan penambahan flokulant 12 ml per 500 ml sample air nilai penyisihan kekeruhannya hanya mencapai 1.88 NTU. Dari kedua koagulan seharusnya secara teoritis koagulan PAC mempunyai

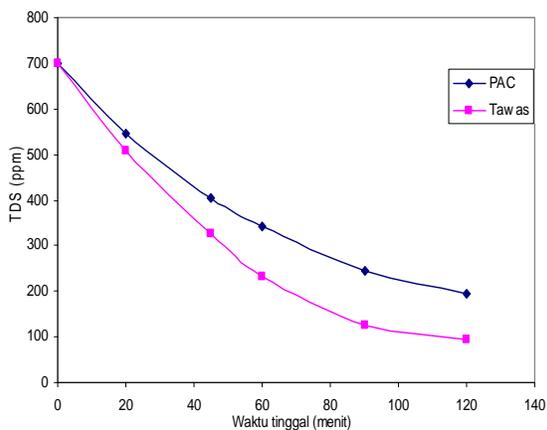
efektifitas yang tinggi dibandingkan dengan koagulan Tawas.

Kemampuan Penyisihan Kekeruhan dan TDS, Hasil Proses pengolahan di mini Instalasi pengolahan air, dengan Memvariasikan Waktu Tinggal pada bak pengendap dan jenis Koagulan dapat dilihat pada **Gambar 4.** dan **Gambar 5.** Hasil analisa didapatkan bahwa jenis koagulan tawas cocok bila dibandingkan dengan PAC dalam pengolan air bersih ini. Hal ini dapat dilihat bahwa nilai kekeruhan maksimum dapat tercapai sebesar : 0,90 NTU dan nilai TDS sebesar : 94 ppm. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kekeruhan dan TDS air olahan sudah memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh Menteri Kesehatan RI No 907/ MENKES/SK/VII/2002 yaitu : < 5 NTU dan <1000 ppm

Secara teoritis Warna yang terkandung pada air saluran Pematuan Kebon Agung merupakan zat warna yang tergolong dalam warna sesungguhnya, karena warna di dalam air berasal dari limbah rumah tangga, yang banyak mengandung senyawa organik seperti lignin, humus dan dekomposisi bahan-bahan organik.

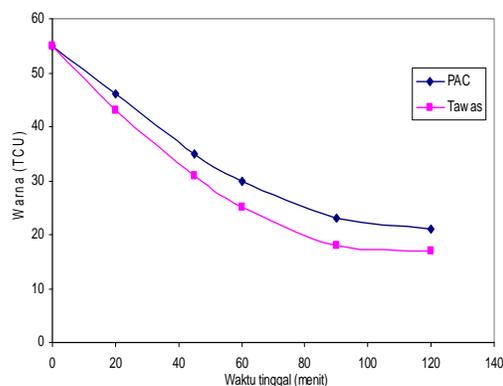


Gambar 4. Hubungan antara Kekeruhan Air Olahan dan waktu tinggal di Bak Sedimentasi pada berbagai jenis Koagulant



Gambar 5. Hubungan antara TDS (ppm) dengan waktu tinggal (menit) di Bak Sedimentasi pada berbagai jenis Koagulan

Hasil analisa pengolahan air saluran pematuan Kebon Agung dengan menggunakan mini Instalasi Pengolahan Air didapatkan bahwa untuk jenis koagulan tawas ini mempunyai kecenderungan yang lebih baik bila dibandingkan dengan koagulan PAC. Proses berkurangnya warna yang ada di sample ini karena sebagian besar koloid-koloid pembentuk warna ikut mengendap bersama-sama dengan koloid yang berasal dari partikel padat tersuspensi (**Gambar 6**)



Gambar 6. Hubungan antara Intensitas Warna (TCU) dengan waktu tinggal di Bak Sedimentasi pada berbagai jenis Koagulant

Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kekeruhan dan TDS air

PENENTUAN DOSIS OPTIMUM KOAGULAN UNTUK MENGOLAH AIR KALI KEBON AGUNG
Tuhu Agung

olahan \pm 15 TCU, sehingga belum memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh Menteri Kesehatan RI No 907/MENKES/SK/VII/2002 yaitu : < 12.5 TCU. Kondisi ini disebabkan karena sample hasil olahan belum mengalami perlakuan oksidasi dan clorinasi.

SIMPULAN

- a. Hasil uji Parameter didapatkan koagulant tawas memberikan nilai yang signifikan didalam proses pengolahan secara fisik kimia air Kali Kebon Agung.
- b. Parameter uji air olahan dengan menggunakan mini Pengolahan air Bersih didapat hasil olahannya adalah : Warna :17 TCU; TDS : 114 ppm, Kekeruhan : 0,9 NTU, dimana nilai ini mendekati parameter standart air bersih PERMENKES No. 907 tahun 2002.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, "**Himpunan Undang – undang No 23 Tahun 1997**". Bapedal Jatim, 2000.
- Anonim, "**Standar Nasional Indonesia (SNI) Air Minum dalam Kemasan**", SNI 01-3553-1994.

Anonim "**StandartKualitas Air Minum**", PERMENKES RI 907/Menkes/SK.VII.2002

Anonim, "**Pedoman Teknis Pengelolaan Air**", Direktorat Jenderal Ppm & Plp Departemen Kesehatan 1977

Anonim "**Penjelasan Atas Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2005 Tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum**", Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4490

Anonim, **Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor : 20 Tahun 1990, Tentang Pengendalian Pencemaran Air**

Anonim, "**Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun**",Lampiran : Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan, No : Kep-03/Bapedal /09/ 1995

Anonim, **Peraturan Pemerintah Nomor : 18 Tahun 1999, tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun, Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 1999 , tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun**

- Eckenfelder, W.W.. *Industrial Water Pollution*. Mc Graw Hill, New York., 1986
- Migo, V.P., M. Matsumura, E.J.D. Rosario dan H.Kataoka. 1993.,” *The effect of pH and Calcium Ions on Destabilization of Melanoidin.*”, Journal. Of Fermentation Bioengineering 76(I), 29-32.
- Wan Usman, ”**Air Sebagai Sumber Daya Alam Dan Aspek Ekonominya**”, Jurnal No.1/ Air Sebagai Sumberdaya Alam dan Aspek, Universitas Terbuka, 2000
- Met Calf and Eddy Inc., ”*Wastewater Engineering Treatment and Disposal*”, McGraw-Hill Book Co., Series Water Resources and Environmental Engineering, 1979
- Slamet Ryadi, ” **Pencemaran Air**”, Karya Anda. Seri Lingkungan Jakarta, Dasar-dasar dan Pokok-pokok penanggulangannya., 1984
- Santika S.S dan Alaerts G.,DR.,Ir, ”**Metode Penelitian Air**”, Usaha nasional-Surabaya-Indonesia, 1984
- S. Godfrey ,” *Water Distribution System Operation and Maintenance*,^{3rd}, WHO Regional Office for South-East Asia , 1994

PENENTUAN DOSIS OPTIMUM KOAGULAN UNTUK MENGOLAH AIR KALI KEBON AGUNG
Tuhu Agung