

# EVALUASI DESAIN INSTALASI PENGOLAHAN AIR PDAM IBU KOTA KECAMATAN PRAMBANAN KABUPATEN KLATEN

Nur Fajri Arifiani<sup>\*)</sup>, Mochtar Hadiwidodo<sup>\*)</sup>

## ABSTRACT

*To supply good water quality, quantity, and continuity is needed an Water Treatment Plant (WTP). The unit process and operation is dependent on quality of water resources. WTP in Klaten Unit Prambanan had a design flow of 20 L/s and had quality of water resources which is more than water parameter regulation. There are ferrous (3,36 mg/L), mangan (0,58 mg/L), colour (159 TCU), and bad odour. So, it is needed aeration, koagulation, flocculation, sedimentation, and filtration units to separate them. Quality of water effluent in this WTP is less than water parameter regulation. There are ferrous (0,18 mg/L), mangan (0,21 mg/L), colour (3 TCU), and no odour. But, its need more improvement to optimalize reducing parameters.*

**Keywords:** *Ferrous and Mangan Removal, Aeration*

## PENDAHULUAN

Salah satu sumber energi yang terpenting di dunia ini adalah air. Ketersediaan air yang cukup secara kuantitas, kualitas, dan kontinuitas sangat penting untuk kelangsungan hidup manusia. Untuk itu diperlukan suatu instalasi pengolahan air (IPA) guna menunjang kelancaran distribusi air pada masyarakat. Pemilihan unit operasi dan proses pada IPA harus disesuaikan dengan kondisi air baku yang digunakan. Salah satunya adalah IPA PDAM Klaten Unit Prambanan. Sumber air bakunya adalah air tanah dengan kualitas air baku yang melebihi baku mutu air yaitu besi, mangan, warna, dan bau. Melihat kondisi ini, IPA PDAM Klaten Unit Prambanan membangun unit khusus penyisihan besi dan mangan yaitu unit aerasi selain unit koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi.

Pengertian air bersih menurut *Permenkes RI No 416/Menkes/PER/IX/1990* adalah air yang digunakan untuk keperluan sehari-hari dan dapat diminum setelah dimasak. Sedangkan pengertian air minum menurut *Kepmenkes RI No 907/MENKES/SK/VII/2002* adalah air yang melalui proses pengolahan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan (bakteriologis, kimiawi, radioaktif, dan fisik) dan dapat langsung diminum. Air baku adalah air yang digunakan sebagai sumber/bahan baku dalam penyediaan air bersih. Sumber air baku yang dapat digunakan untuk penyediaan air bersih yaitu air hujan, air permukaan (air sungai, air danau/rawa), air tanah (air tanah dangkal, air

tanah dalam, mata air) (*Hartomo, 1994; JICA, 1974; Linsley, 1989; Martin D, 2001; Sutrisno, 2002*).

Standar kualitas air bersih yang ada di Indonesia saat ini menggunakan Permenkes RI No. 416/Menkes/Per/IX/1990 tentang Syarat – Syarat dan Pengawasan Kualitas Air dan PP RI No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, sedangkan standar kualitas air minum menggunakan Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Syarat-Syarat dan Pengawasan Kualitas Air Minum.

Dalam pengolahan air bersih diperlukan unit sebagai berikut :

### 1. Intake

Beberapa lokasi intake pada sumber air yaitu *intake* sungai, *intake* danau dan waduk, dan *intake* air tanah. Jenis-jenis *intake*, yaitu *intake tower*, *shore intake*, *intake crib*, *intake pipe* atau *conduit*, *infiltration gallery*, sumur dangkal dan sumur dalam (*Kawamura, 1991*).

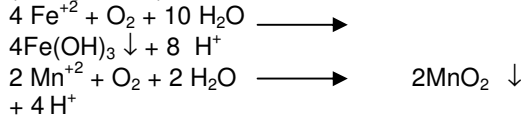
### 2. Aerasi

Aerasi digunakan untuk menyisihkan gas yang terlarut di air permukaan atau untuk menambah oksigen ke air untuk mengubah substansi yang di permukaan menjadi suatu oksida.

Dalam keadaan teroksidasi, besi dan mangan terlarut di air. Bentuk senyawa dengan larutan ion, keduanya terlarut pada bilangan oksidasi +2, yaitu

$\text{Fe}^{+2}$  dan  $\text{Mn}^{+2}$ . Ketika kontak dengan oksigen atau oksidator lain, besi dan mangan akan teroksidasi menjadi valensi yang lebih tinggi, bentuk ion kompleks baru yang tidak larut ke tingkat yang cukup besar. Oleh karena itu, mangan dan besi dihilangkan dengan pengendapan setelah aerasi.

Reaksinya dapat ditulis sebagai berikut (Peavy, 1985):



Ada empat tipe aerator yang sering digunakan, yaitu *gravity aerator*, *spray aerator*, *air diffuser*, dan *mechanical aerator*. Fungsi dari proses aerasi adalah menyisihkan metana ( $\text{CH}_4$ ), menyisihkan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), menyisihkan  $\text{H}_2\text{S}$ , menyisihkan bau dan rasa, menyisihkan gas-gas lain (Fair, 1968).

### 3. Koagulasi

Pada proses koagulasi, koagulan dicampur dengan air baku selama beberapa saat hingga merata. Setelah pencampuran ini, akan terjadi destabilisasi koloid yang ada pada air baku. Koloid yang sudah kehilangan muatannya atau terdestabilisasi mengalami saling tarik menarik sehingga cenderung untuk membentuk gumpalan yang lebih besar. Faktor yang menentukan keberhasilan suatu proses koagulasi yaitu jenis koagulan yang digunakan, dosis pembubuhan koagulan, dan pengadukan dari bahan kimia (Martin D, 2001; Sutrisno, 2002). Pengadukan cepat dapat dilakukan dengan cara: pengadukan secara hidrolis (terjunan dan pengadukan dalam pipa) dan pengadukan secara mekanik.  $G \times T_d$  yang disyaratkan untuk koagulasi adalah 20000-30000 (Martin D, 2001).

### 4. Flokulasi

Flok-flok kecil yang sudah terbentuk di koagulator diperbesar disini. Faktor-faktor yang mempengaruhi bentuk flok yaitu kekeruhan pada air baku, tipe dari *suspended solids*, pH, alkalinitas, bahan koagulan yang dipakai, dan lamanya pengadukan (Sutrisno, 2002).  $G \times T_d$  yang disyaratkan untuk flokulasi adalah 10.000-100.000 (Martin D, 2001).

Beberapa tipe flokulator adalah *channel flocculator* (*baffle channel horizontal*, *baffle channel vertikal*, *baffle channel vertikal* dengan diputar, melalui plat berlubang, dalam *Cone*, dan dengan pulsator), pengadukan secara mekanik, pengadukan melalui media,

pengadukan secara pneumatik (dengan udara).

### 5. Sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan partikel secara gravitasi. Pengendapan kandungan zat padat di dalam air dapat digolongkan menjadi pengendapan diskrit (kelas 1), pengendapan flokulen (kelas 2), pengendapan zone, pengendapan kompresi/tertekan (Martin D, 2001; Peavy, 1985; Reynolds, 1977). Jenis bak pengendap adalah bak pengendap aliran *batch* dan bak pengendap dengan aliran kontinu.

Uniformitas dan turbulensi aliran pada bidang pengendap sangat berpengaruh. Oleh sebab itu, bilangan Fraude yang menggambarkan tingkat uniformitas aliran dan turbulensi aliran yang digambarkan oleh bilangan Reynold harus memenuhi kriteria yaitu: bilangan Fraude  $Fr > 10^{-5}$  dan bilangan Reynold  $Re < 500$ .

### 6. Filtrasi

Proses filtrasi adalah mengalirkan air hasil sedimentasi atau air baku melalui media pasir. Proses yang terjadi selama penyaringan adalah pengayakan (*straining*), flokulasi antar butir, sedimentasi antar butir, dan proses biologis. Dilihat dari segi desain kecepatan, filtrasi dapat digolongkan menjadi saringan pasir cepat (filter bertekanan dan filter terbuka) dan saringan pasir lambat (Martin D, 2001).

Setelah filter digunakan beberapa saat, filter akan mengalami penyumbatan. Untuk itu perlu pembersihan, yang dapat dilakukan dengan pencucian dengan udara dan pencucian dengan air (pencucian permukaan filter dengan penyemprotan dan pencucian dengan *backwash*).

Sedangkan tenaga untuk pencucian dapat dilakukan dengan cara pompa (memompa air yang ada di reservoir penampung ke dasar filter), menggelontor air yang ada di reservoir atas (*elevated tank*) secara gravitasi ke dasar filter, dan menggelontor air yang ada di filter sebelahnya ke filter yang sudah jenuh (*interfilter*). Hal yang dipertimbangkan dalam mendesain proses filtrasi adalah media filter dan hidrolika filtrasi.

7. Desinfeksi

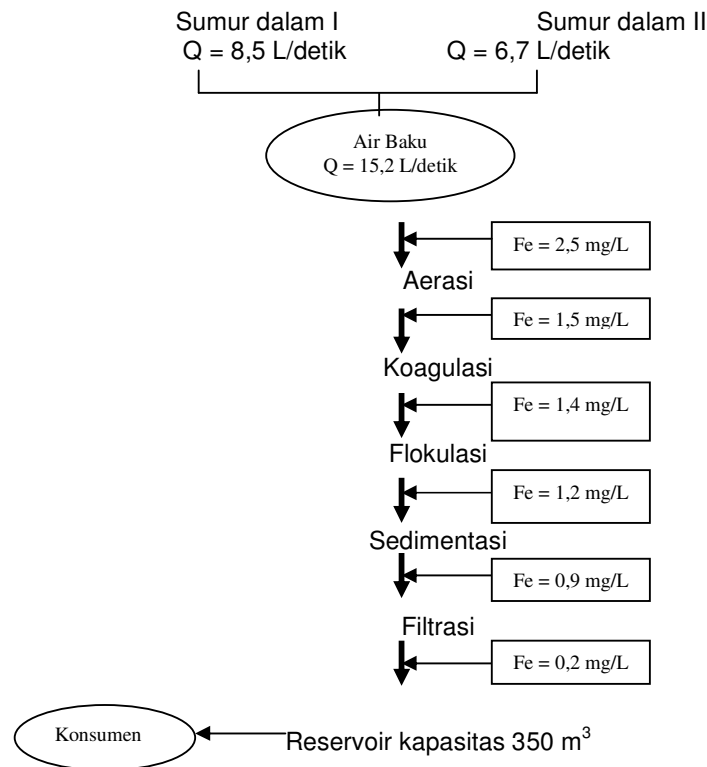
Desinfeksi air minum bertujuan membunuh bakteri patogen yang ada dalam air. Desinfektan air dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu: pemanasan, penyinaran antara lain dengan sinar UV, ion-ion logam antara lain dengan copper dan silver, asam atau basa, senyawa-senyawa kimia, dan klorinasi (Sutrisno, 2002).

Proses desinfeksi dengan klorinasi diawali dengan penyiapan larutan kaporit dengan konsentrasi tertentu serta penetapan dosis klor yang tepat. Metode pembubuhan dengan kaporit yang dapat diterapkan sederhana dan tidak membutuhkan tenaga listrik tetapi cukup tepat pembubuannya secara kontinu adalah: metoda gravitasi dan metode dosing proporsional (Martin D, 2001).

8. Reservoir

Reservoir digunakan pada sistem distribusi untuk meratakan aliran, untuk mengatur tekanan, dan untuk keadaan darurat.

Jenis pompa penyediaan air yang banyak digunakan adalah: jenis putar (pompa sentrifugal, pompa *diffuser* atau pompa turbin meliputi pompa turbin untuk sumur dan pompa submersibel untuk sumur dalam), pompa jenis langkah positif (pompa torak, pompa tangan, pompa khusus meliputi pompa *vortex* atau pompa kaskade, pompa gelembung udara atau *air lift pump*, pompa jet, dan pompa bilah). Efisiensi pompa umumnya antara 60 sampai 85% (Noerbambang, 2000).



Gambar 1 Diagram Alir Unit Pengolahan Air Bersih PDAM IKK Prambanan Klaten

**PEMBAHASAN**

**Analisa Kualitas Air**

Kualitas air baku dari sumur dalam I, II, dan III bervariasi, seperti pada tabel 1.1, sebagian besar parameter kualitas air baku masih di bawah batas syarat kualitas air bersih, kecuali untuk

parameter bau, kekeruhan, warna, besi (Fe), dan mangan (Mn). Adanya bau amis dan tingginya parameter warna disebabkan oleh kandungan besi dan mangan pada air sumur dalam.

Air pada daerah ini mengandung besi yang cukup tinggi karena kondisi geologi dan geohidrologi lokasi IPA

terletak di lereng Gunung Merapi, yang merupakan salah satu gunung vulkanik di Pulau Jawa. Di alam, ion Fe berbentuk  $\text{Fe}^{2+}$  yang terlarut dalam air seperti  $\text{FeCl}_2$ ,  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ , atau anion  $\text{FeSO}_4$ .  $\text{Fe}^{2+}$  dapat bersifat korosif pada pH rendah. Sehingga perlu dioksidasi menjadi  $\text{Fe}^{+3}$  supaya mengendap.

Dapat diketahui efisiensi penurunan masing-masing parameter, yaitu efisiensi penurunan kekeruhan sebesar 95,73% (23,9 NTU menjadi 1,02 NTU), efisiensi penurunan warna sebesar 98,11% (159 TCU menjadi 3 TCU), efisiensi penurunan besi sebesar 94,64% (3,36 mg/L menjadi 0,18 mg/L), efisiensi penurunan mangan sebesar 63,79% (0,58 mg/L menjadi 0,21 mg/L). Dengan melihat besarnya efisiensi penurunan parameter tersebut, maka IPA PDAM Kabupaten Klaten IKK Prambanan sangat efektif dalam pengolahan air bersih.

Pengukuran kadar besi (Fe) total pada setiap unit pengolah air bersih dapat dilihat pada gambar 1.1. Sehingga, dapat dihitung besarnya efisiensi tiap unit, yaitu efisiensi unit aerasi sebesar 40%, efisiensi unit koagulasi sebesar 6,67%, efisiensi unit flokulasi sebesar 14,29%, efisiensi unit sedimentasi sebesar 25%, dan efisiensi unit filtrasi sebesar 77,78%. Dari hasil perhitungan, dapat dilihat bahwa sebagian besar  $\text{Fe}^{+3}$  tersisih pada unit filtrasi.

### Sumur Dalam

Air baku diambil menggunakan pompa submersible dari sumur dalam I dan II yang masing-masing kapasitasnya adalah 10 L/detik. Kedua sumur dalam ini tenaga penggerakannya adalah PLN. Untuk sementara, sumur dalam III tidak digunakan karena adanya kerusakan genset. Daya pompa sumur dalam I adalah 9,88 kW dan daya sumur dalam II adalah 10,88 kW. Daya yang tersedia sebesar 13 kW sehingga air dari sumur dalam dapat naik ke aerator.

### Debit Air

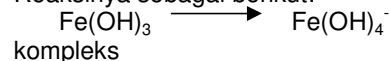
Kapasitas pompa pengambilan air baku adalah 20 L/detik (masing-masing adalah 10 L/detik). Berdasarkan data

PDAM Klaten IKK Prambanan bulan Agustus 2004, debit air rata-rata yang masuk ke IPA hanya sebesar 15,2 L/detik, dengan perincian pompa sumur dalam I sebesar 8,5 L/detik dan pompa sumur dalam II sebesar 6,7 L/detik. Adanya penurunan kapasitas pompa ini disebabkan oleh efisiensi pompa yang berkurang akibat usia pompa. Kedua pompa di sumur dalam I dan II digunakan mulai tahun 1984 sampai sekarang, dan belum pernah mengalami pergantian.

### Aerasi

Tipe aerator yang digunakan pada IPA ini adalah *multiple tray aerator*. Pertimbangan pemilihan *tray aerator* adalah tidak memerlukan lahan yang luas dan sesuai untuk kapasitas pengolahan kecil sampai sedang. Pada proses aerasi ini diharapkan terjadi kontak antara air yang mengandung besi ( $\text{Fe}^{+2}$ ) dan Mangan ( $\text{Mn}^{+2}$ ) dengan udara ( $\text{O}_2$ ). Efisiensi unit aerasi dalam penyisihan Fe adalah 40%. Nilai ini merupakan besarnya  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  yang mengendap pada media kontak.

Media kontak yang digunakan di IPA ini pada *tray* paling atas adalah kapur sedangkan keempat *tray* dibawahnya menggunakan potongan pipa PVC. Fungsi dari kapur adalah untuk menaikkan pH agar menjadi netral (pH 7). Hal ini disebabkan oksidasi Fe lebih efektif dilakukan pada pH netral. Pada pH tinggi,  $\text{Fe}^{+2}$  yang teroksidasi menjadi  $\text{Fe}^{+3}$  akan menjadi senyawa kompleks. Reaksinya sebagai berikut:



Adapun potongan-potongan pipa PVC berfungsi menghambat air agar ada cukup waktu untuk kontak dengan udara. Potongan – potongan pipa PVC diletakkan secara acak pada *tray* aerator agar memperbesar luas bidang permukaan kontak. Alasan pemakaian pipa PVC adalah mudah dibersihkan.

Besarnya penyisihan Mn pada IPA PDAM Klaten unit Prambanan sebesar 63,79% atau tidak sebanyak Fe. Hal ini disebabkan, oksidasi Mn pada pH dibawah 9 di unit aerator kurang efektif dan sangat lambat karena materi

organik akan bereaksi dengan mangan dan mencegah oksidasi Mn dengan  $O_2$ . Kebutuhan  $O_2$  berasal dari udara bebas yang masuk melalui ventilasi berupa kasa pada dinding aerator.

Besarnya *loading rate* pada aerator mempengaruhi kontak Fe dan Mn dengan udara. Kondisi *existing loading rate* pada aerator ini memberikan nilai yang melebihi kriteria desain (37-50 m/jam). Keadaan ini menyebabkan kontak Fe dan Mn tidak optimal serta terlepasnya endapan-endapan Fe dan Mn pada media sehingga akan terbawa ke pengolahan selanjutnya. Berlebihnya *loading rate* ini dapat diatasi dengan memperbesar luas bidang permukaan kontak.

Jarak antar *tray* mempengaruhi waktu kontak Fe dan Mn dengan udara. Kondisi *existing* (0,36-0,46 m) mengindikasikan bahwa jarak antar *tray* melebihi kriteria desain.

Hal ini menyebabkan waktu kontak Fe dan Mn dengan udara lebih lama, sehingga proses oksidasi lebih maksimal.

Permasalahan lain yang timbul pada aerator di lapangan adalah besarnya diameter butiran air tiap *tray* dan tidak meratanya distribusi air pada media kontak yang menyebabkan kurang optimalnya kontak antara udara dengan Fe dan Mn. Keadaan ini disebabkan tersumbatnya media kontak oleh endapan  $Fe^{+3}$  dan  $Mn^{+4}$ . Sehingga diperlukan pembersihan media kontak secara rutin.

### Koagulasi

Pengadukan hidrolis tipe terjunan dipilih karena dapat dilakukan secara gravitasi, tidak menggunakan alat mekanik, dan pengendalian terhadap gradien kecepatan mudah. Pembubuhan koagulan PAC dilakukan tepat pada terjunan air untuk membantu meratakan koagulan yang dibubuhkan dan menciptakan tumbukan antar partikel.

Nilai gradien kecepatan dan waktu detensi masih memenuhi kriteria desain (20.000-30.000) sehingga kontak antara PAC dan air merata. Hal yang harus diperhatikan adalah kondisi pengukur

tinggi air bak koagulasi yang tertutup oleh lumut sehingga mengganggu pembacaan.

### Flokulasi

Tipe flokulasi yang digunakan adalah *Baffle Channel Vertikal* dibagi menjadi 6 kompartemen. Flokulator ini banyak digunakan untuk kapasitas pengolahan kecil sampai sedang.

Nilai GXTd tidak memenuhi syarat (melebihi 10.000-100.000). Besarnya gradien kecepatan tiap tahap flokulasi mengalami kenaikan dan penurunan. Seharusnya, nilai gradien kecepatan semakin menurun di tiap kompartemen, supaya flok tidak hancur. Ketidakkonstanan nilai G menyebabkan flok akan hancur kembali. Nilai gradien kecepatan dipengaruhi oleh ketinggian air. Untuk menghindari naik turunnya nilai G, maka besarnya gradien kecepatan perlu diturunkan tiap tahapannya dengan mengatur katup aliran tiap kompartemen agar tinggi air dapat turun secara konstan.

### Sedimentasi

Tipe bak sedimentasi yang digunakan adalah *plate settler* yang berfungsi sebagai pengendap kekeruhan, besi ( $Fe^{+3}$ ), dan mangan ( $Mn^{+4}$ ).

Besarnya efisiensi unit sedimentasi dalam penyisihan  $Fe(OH)_3$  adalah 25%.

Waktu detensi (0,5-1 jam) dan bilangan Reynolds (<500) masih memenuhi kriteria desain. Waktu detensi mempengaruhi banyaknya pengendapan partikel flok. Sehingga semakin lama waktu detensinya, maka efisiensi pengendapannya semakin tinggi. Bilangan Reynold menunjukkan laminaritas aliran. Laminaritas aliran menyebabkan partikel yang mempunyai berat jenis lebih besar daripada berat jenis air akan mengendap. Hal ini tidak dapat dicapai apabila kondisi aliran turbulen.

Dari perhitungan, didapatkan bahwa *loading rate* (kurang dari 4-8 m/jam) dan bilangan Fraude (< $10^5$ ), bak masih dibawah kriteria desain. Bilangan Fraude menunjukkan uniformitas aliran. Kedua kriteria ini mempengaruhi

besarnya efisiensi pengendapan. Untuk menaikannya yaitu dengan memperkecil luas permukaan bak. Permasalahan yang lain adalah kondisi fisik bangunan yang kurang terpelihara. Hal ini dapat dilihat pada pipa - pipa yang penuh lumut. Sehingga perlu adanya pembersihan bak secara rutin.

Adapun partikel yang terendap dalam bak sedimentasi dialirkan melalui pipa pembuang berdiameter 300 mm ke saluran drainase kemudian ke sungai. Hal ini menyebabkan endapan besi yang berwarna kuning juga mengendap di saluran drainase rumah penduduk sekitar sehingga tidak ada populasi ikan yang hidup di dalam saluran.

#### **Filtrasi**

Unit filtrasi yang digunakan pada PDAM Klaten Unit Prambanan adalah saringan pasir cepat sebanyak empat kompartemen. Filter terdiri dari tiga media, yaitu: pasir, koral, dan karbon. Pasir dan koral berfungsi sebagai penyaring partikel-partikel yang belum terendapkan pada bak sedimentasi. Pada penyisihan Fe, efisiensi unit filtrasi mencapai 50%. Media karbon berfungsi sebagai penghilang bau. Bau amis disebabkan oleh adanya kandungan besi dalam air.

Dalam desain filter, kecepatan filtrasi (7-10 m/jam) maupun kecepatan backwash (20-30 m/jam) telah memenuhi persyaratan. Sehingga filtrasi air dan backwash dapat berjalan lancar. Hal yang perlu diperhatikan adalah adanya kebocoran pada saluran backwash, sehingga terjadi kehilangan air yang cukup banyak pada inlet filtrasi.

Kebocoran ini disebabkan oleh kurang rapatnya valve penguras filter dalam menutup saluran *backwash*. Sehingga perlu adanya perbaikan pada valve penguras filter.

#### **Reservoir**

Reservoir berkapasitas 350 m<sup>3</sup> ini untuk mendistribusikan air secara gravitasi kepada konsumen. Kondisi reservoir perlu dijaga kebersihannya dengan pengurasan secara rutin sehingga air bersih dapat terjaga kualitasnya.

### **Bahan Kimia yang Digunakan**

#### **a. Koagulan PAC**

Koagulan yang digunakan adalah PAC (*Poly Aluminium Chloride*). Pertimbangan digunakannya PAC adalah daya ikatnya terhadap zat pengotor lebih besar dibandingkan dengan aluminium sulfat, sifat kelarutan yang lebih baik di dalam air, tidak dipengaruhi temperatur, efektif pada pH 6-9, ukuran flok relatif lebih besar dan berat sehingga dapat diendapkan di bak sedimentasi. Standar PAC yang digunakan di lapangan sebesar 15 mL/15 detik, kadar PAC sebesar 1,2 kg/L. Dari perhitungan didapatkan konsentrasi PAC yang dibubuhkan adalah 78,95 mg/L dan kebutuhan PAC dalam satu hari adalah 60,48 kg/hari. Penggunaan PAC di lapangan adalah 35 kg/hari, maka terjadi kekurangan penggunaan PAC sebesar 25,48 kg/hari.

#### **b. Desinfektan**

Desinfektan yang digunakan adalah kaporit. Kaporit berfungsi untuk membunuh bakteri dan protozoa yang berbahaya di air serta menghambat pertumbuhan lumut. Standar kaporit yang digunakan di lapangan adalah 20 mL/15 menit, berat jenis kaporit = 0,86 kg/L. Dari perhitungan, didapatkan konsentrasi kaporit yang dibubuhkan adalah 1,26 mg/L dan kebutuhan larutan kaporit adalah 7,84 L/minggu. Di lapangan menggunakan 25,81 L larutan kaporit per minggu. Sehingga terjadi pemborosan sebesar 17,97 L atau 69,62%.

Pembubuhan PAC dan kaporit dilakukan dengan kran manual. Sehingga dosis pembubuhan kaporit dan PAC tidak stabil akibat tekanan pada kran. Ketidakstabilan ini cenderung menyebabkan pemborosan larutan kaporit.

Kontrol terhadap pembubuhan dilakukan secara manual tiap selang waktu tertentu, namun kadang yang terjadi di lapangan, kontrol jarang dilakukan oleh operator.

Sehingga setiap harinya dosis pembubuhan kaporit dan koagulan menunjukkan besar yang berbeda dan

hasil pengolahan yang tidak stabil. Namun, kualitas efluen air bersih telah memenuhi standar. Melihat kondisi tersebut, disarankan untuk menggunakan pompa dosing (*dosing pump*) dalam pembubuhan desinfektan dan koagulan atau pelaksanaan monitoring pembubuhan secara rutin untuk menjaga aliran kran pembubuh konstan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan analisa yang dilakukan terhadap evaluasi IPA PDAM Klaten IKK Prambanan, maka dapat disimpulkan parameter yang menjadi permasalahan dalam IPA PDAM kabupaten Klaten IKK Prambanan adalah bau, kekeruhan, warna, besi, dan mangan.

Untuk mengatasi masalah tersebut, digunakan unit aerasi, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi yang efektif dalam menurunkan kadar dari parameter tersebut. Keefektifan unit dapat dilihat dari besarnya penurunan tiap parameter yaitu 95,73% (kekeruhan), 98,11% (warna), 94,64% (besi), dan 63,79% (mangan). Sedangkan pada penurunan parameter besi, besarnya efisiensi tiap unit adalah 40% (aerasi), 6,67% (koagulasi), 14,29% (flokulasi), 25% (sedimentasi), 77,78% (filtrasi).

Daya pompa sumur dalam I adalah 9,88 kW dan pompa sumur dalam II adalah 10,8 kW. Sedangkan daya pompa sumur dalam yang tersedia pada IPA adalah 13 kW. Sehingga air baku dapat dialirkan dari sumur dalam ke aerator. Kapasitas maksimum pompa sebesar 20 L/detik hanya dapat dipenuhi sebesar 15,2 L/detik. Hal ini disebabkan faktor usia pompa.

Pada bak aerasi, parameter *loading rate*, jarak antar tray belum memenuhi syarat. Sehingga kontak udara dan besi/mangan belum optimal. Selain itu, diameter butiran air antar tray terlalu besar dan distribusi air pada media kontak tidak merata akibat tersumbatnya media kontak oleh endapan  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ .

Pada bak koagulasi, parameter gradien kecepatan dan waktu detensi sudah memenuhi syarat. Sehingga

kontak antara PAC dan air dapat merata.

Pada bak flokulasi, parameter gradien kecepatan akibat tidak konstannya penurunan muka air tiap kompartemen.

Pada bak sedimentasi, parameter bilangan Reynolds dan waktu detensi sudah memenuhi syarat, sedangkan *loading rate* dan bilangan Freud belum memenuhi kriteria desain. Hal ini dapat mempengaruhi efisiensi pengendapan. Efluen dari pengendapan yang mengandung endapan besi dan mangan dibuang melewati saluran drainase penduduk, sehingga tidak terdapat populasi ikan di dalamnya.

Besarnya kecepatan filtrasi dan kecepatan backwash telah memenuhi syarat sehingga filtrasi dapat berjalan dengan baik. Adanya kebocoran pada saluran *backwash*, sehingga terjadi kehilangan air yang cukup banyak pada bak filtrasi akibat kurang rapatnya penutupan valve penguras.

Standar pembubuhan koagulan PAC tidak konstan karena menggunakan kran manual. Dan pengawasan pembubuhan oleh operator tidak dilakukan rutin. Adanya pemborosan pada pembubuhan kaporit sebesar 69,62% dan kekurangan pembubuhan PAC sebesar 25,48 kg/hari..

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Layla, 1977, *Water Supply Engineering Design*, Michigan: Ann Arbor Science Publishers, Inc
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Klaten, 1999, *Klaten dalam Angka 1999*
- Darmasetiawan, 2001, *Teori dan Perencanaan Instalasi Pengolahan Air*, Bandung: Yayasan Suryono
- Fair, 1968, *Water and Wastewater Engineering Vol 2. Water Purification and Wastewater Treatment and Disposal*, New York: John Wiley & Sons, Inc
- Japan International Cooperation Agency, 1974, *Water Treatment Engineering*

- Kawamura, 1991, *Integrated Design of Water Treatment Facilities*, New York: John Wiley & Sons, Inc
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 907 /MENKES /SK /VII / 2002
- Kobayashi, 1969, *Design Criterion for Waterworks Facilities*, Tokyo: Japan Waterworks Association
- Linsley, 1989, *Hidrologi untuk Insinyur*, Jakarta: Erlangga
- Noerbambang, 2000, *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*, Jakarta: PT Pradnya Paramita
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 416 /MENKES /PER /IX /1990
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 tahun 2001
- Perusahaan Daerah Air Minum Kabupaten Klaten, 2000, *Unit Pengolahan Air Minum IKK Prambanan*
- Peavy, 1985, *Environmental Engineering*, Singapore: McGraw-Hill, Inc
- Reynolds, 1982, *Unit Operations and Processes In Environmental Engineering*, California: Wadsworth, Inc
- Sutrisno, 2002, *Teknologi Penyediaan Air Bersih*, Jakarta: PT Rineka Cipta