

KAJIAN PENGGUNAAN DOSIS EFEKTIF BAHAN KIMIA (TAWAS, KAPUR, KAPORIT) DALAM PENGOLAHAN AIR

Widya Mulya

Program Studi D4 Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Universitas Balikpapan
Jl. Pupuk Raya, Balikpapan
i_am_mulya@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan, yang pertama untuk mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan bahan kimia terhadap parameter pH air, yang kedua untuk mengetahui bagaimana pengaruh penggunaan bahan kimia terhadap parameter kekeruhan air.

Hasil penelitian ini menunjukkan pengamatan uji *jar test*, dosis bahan kimia maksimum yang dipakai pada variasi kedua dosis V (tawas 55 mg/L, kapur 40 mg/L, kaporit 50 mg/L) menunjukkan kualitas terbaik dengan pH 6,83 dan kekeruhan 0,9 NTU, sedangkan dosis bahan kimia minimum yang dipakai pada variasi ketiga dosis V (tawas 45 mg/L, kapur 30 mg/L, kaporit 50 mg/L) menunjukkan kualitas terbaik pH 7,08 dan kekeruhan 3,1 NTU. Metode *jar test* selain dalam memberikan data mengenai kondisi optimum untuk dosis koagulan, kepekatan larutan kimia, juga memberikan data mengenai metode pembubuhan bahan kimia bersamaan atau berurutan.

Kata kunci: tawas, kapur, kaporit, uji *jar test*.

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan, kenaikan jumlah penduduk diikuti pula laju pemanfaatannya, beban pengotorannya juga bertambah cepat, oleh karena itu diperlukan pengolahan sebelum dikonsumsi.

Bertambahnya beban pengotoran air menyebabkan meningkatnya penggunaan bahan kimia pada IPA, seperti tawas sebagai koagulan menurunkan kekeruhan, kapur sebagai alkalinitas karena makin banyak dosis tawas maka pH akan semakin turun, klorin sebagai oksidator dan desinfektan. Berdasarkan data PDAM Balikpapan Tahun 2011, setiap pengolahan air permukaan 1 L/det atau 86,40 m³/hari penggunaan bahan kimia tawas 1,70 – 3,29 kg/hari, kapur 0,63 – 2,68 kg/hari, kaporit 0,25 – 1,69 kg/hari, gas klor 0,10 – 0,47 kg/hari.

Meningkatnya penggunaan bahan kimia pada IPA menyebabkan naiknya biaya operasional PDAM dan tarif air ke masyarakat. Biaya operasional meliputi pemakaian listrik, bahan kimia, solar dan gaji karyawan. Berdasarkan data PDAM Balikpapan Desember 2011 - Februari 2012, setiap pengolahan air permukaan per-m³ biaya operasional Rp 494,00 – Rp 2.094,00 (22,36 – 60,23 % merupakan biaya bahan kimia) dan tarif air ke masyarakat rata-rata per-m³ Rp 5.510,00. Di samping itu menyebabkan dampak terhadap lingkungan, bahan kimia yang dipergunakan IPA sebagian mengendap bersama lumpur sisa pengolahan dan biasanya langsung dibuang ke badan air. Berdasarkan data PDAM Balikpapan Tahun 2011, setiap pengolahan air permukaan 1 L/det atau 86,40 m³/hari menghasilkan lumpur sisa pengolahan 3,02 – 16,45 m³/hari.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dilakukan penelitian tentang kajian penggunaan dosis efektif bahan kimia (tawas, kapur, kaporit) dalam pengolahan air. Pengendapan kimiawi dalam pengolahan air minum dilakukan dengan penambahan zat-zat kimia (koagulan) untuk mengubah bentuk fisik dari padatan terlarut atau padatan tersuspensi dan untuk memudahkan penyisihan dengan sedimentasi. Apabila percobaan dilakukan secara tepat, informasi yang berguna akan diperoleh untuk membantu operator instalasi dalam mengoptimalkan proses-proses koagulasi, flokulasi dan penjernihan serta bagi para ahli teknik (*engineer*) dalam merancang bangun instalasi pengolahan air yang baru atau memperbaiki instalasi yang ada.

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis Penelitian

Jenis penelitian berupa penelitian dasar yaitu kajian penggunaan dosis efektif bahan kimia (tawas, kapur, kaporit) dalam pengolahan air. Pengendapan kimiawi dalam pengolahan air minum dilakukan dengan penambahan zat-zat kimia (koagulan) untuk mengubah bentuk fisik dari padatan terlarut atau padatan tersuspensi dan untuk memudahkan penyisihan dengan sedimentasi (Tri Joko, 2010: 40). Apabila percobaan dilakukan secara tepat, informasi yang berguna akan

diperoleh untuk membantu operator instalasi dalam mengoptimalkan proses-proses koagulasi, flokulasi dan penjernihan serta bagi para ahli teknik (*engineer*) dalam merancang bangun instalasi pengolahan air yang baru atau memperbaiki instalasi yang ada (DPU, 1995: 2.7.2-1-13).

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan terdiri dari: Sampel air, Tawas, Kapur, Kaporit, Aquades.

Alat yang digunakan terdiri dari: *Jar tester*, pH meter, *Turbidity* meter, Gelas ukur 1000 ml dan 100 ml, Pipet ukur 10 ml dan 1 ml, Timbangan.

Variabel Penelitian

Variabel penelitian meliputi:

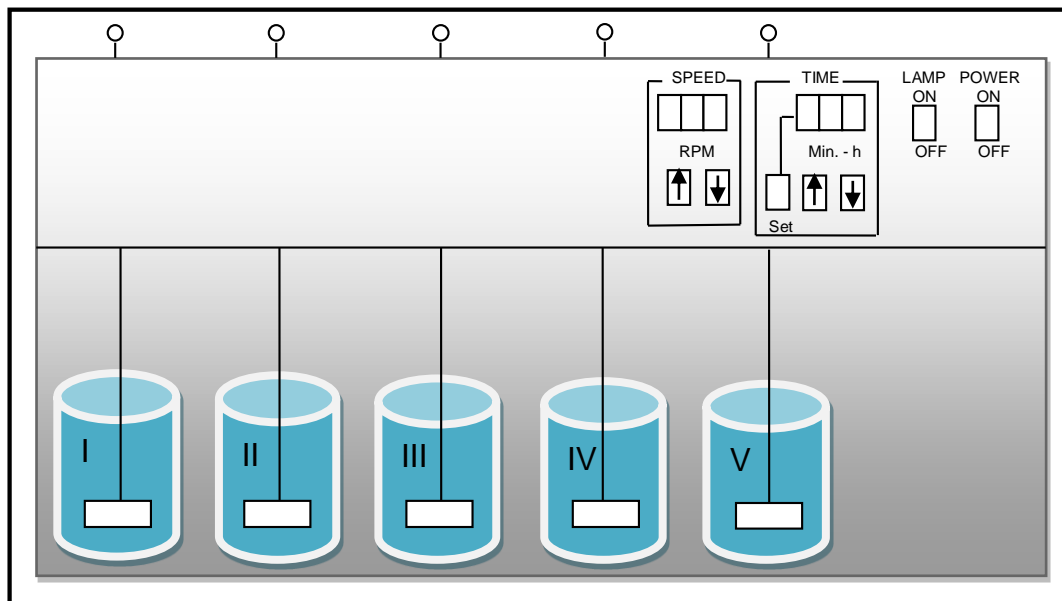
1. Variasi dosis bahan kimia maksimum dan minimum (mg/L).
2. Kualitas air terhadap parameter pH dan kekeruhan.

Teknik Pengumpulan Data

Sumber data meliputi:

1. Sumber primer merupakan data yang dihimpun langsung oleh peneliti seperti dosis bahan kimia yang digunakan dan kualitas air.
2. Sumber sekunder merupakan data melalui tangan kedua seperti laporan bulanan bagian produksi PDAM Balikpapan.

Rancangan Penelitian



Gambar Uji Jar Test

Tabel Pemakaian Bahan Kimia Pada Umumnya

No	Obat Air	Range Pemakaian Bahan Kimia (kg/hari) Debit 100 L/det	Konsentrasi (%)	Dosis (mg/L)	Parameter Kekeruhan (NTU)
1	Tawas	170 – 329	5	3,90 – 7,60	20,50 – 73,30
2	Kapur	63 – 268	3	2,40 – 10,30	
3	Kaporit	25 – 196	1	2,90 – 19	

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel Pemakaian Bahan Kimia Pada Uji Pilot Plant

No	Obat Air	Range Pemakaian Bahan Kimia (kg/hari) Debit $0,18 \times 10^{-2}$ L/det	Konsentrasi (%)	Dosis (mg/L)	Parameter Kekeruhan (NTU)
1	Tawas	$3,06 \times 10^{-3}$ – $5,93 \times 10^{-3}$	0,40	54 – 100	20,50 – 73,30
2	Kapur	$1,14 \times 10^{-3}$ – $4,83 \times 10^{-3}$	0,40	20 – 84	
3	Kaporit	$4,50 \times 10^{-4}$ – $3,05 \times 10^{-3}$	0,10	31 – 210	

Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel Rancangan Hasil Pengamatan Uji *Jar Test*

Kualitas Air Baku								
No	Parameter	Satuan	Standar NO.416/MENKES/PER/IX/1990	Hasil				
1	pH	mg/L	6,5 – 9,0	...				
2	Kekeruhan	NTU	25	...				
Variasi Pertama Pemakaian Bahan Kimia								
No	Obat Air	Konsentrasi (%)	Dosis (mg/L)					
			I	II	III	IV	V	
1	Tawas	0,40	45	50	55	60	65	
2	Kapur	0,40	70	65	60	55	50	
3	Kaporit	0,10	50	50	50	50	50	
Jumlah			165	165	165	165	165	
Hasil Analisa <i>Jar Test</i>								
No	Parameter	Satuan	Standar NO.492/MENKES/ PER/IV/2010	Hasil				
				I	II	III	IV	V
1	pH	mg/L	6,5 – 8,5
2	Kekeruhan	NTU	5
Variasi Kedua Pemakaian Bahan Kimia								
No	Obat Air	Konsentrasi (%)	Dosis (mg/L)					
			I	II	III	IV	V	
1	Tawas	0,40	35	40	45	50	55	
2	Kapur	0,40	60	55	50	45	40	
3	Kaporit	0,10	50	50	50	50	50	
Jumlah			145	145	145	145	145	
Hasil Analisa <i>Jar Test</i>								
No	Parameter	Satuan	Standar NO.492/MENKES/ PER/IV/2010	Hasil				
				I	II	III	IV	V
1	pH	mg/L	6,5 – 8,5
2	Kekeruhan	NTU	5
Variasi Ketiga Pemakaian Bahan Kimia								
No	Obat Air	Konsentrasi (%)	Dosis (mg/L)					
			I	II	III	IV	V	
1	Tawas	0,40	25	30	35	40	45	
2	Kapur	0,40	50	45	40	35	30	
3	Kaporit	0,10	50	50	50	50	50	
Jumlah			125	125	125	125	125	
Hasil Analisa <i>Jar Test</i>								
No	Parameter	Satuan	Standar NO.492/MENKES/ PER/IV/2010	Hasil				
				I	II	III	IV	V
1	pH	mg/L	6,5 – 8,5
2	Kekeruhan	NTU	5

Sumber: Model variasi pemakaian bahan kimia bersumber dari DPU, 1995: 2.7.2-5 (dosis dapat berubah tergantung dari kualitas air baku)

Penentuan pemakaian dosis bahan kimia tergantung dari:

1. Konsentrasi larutan yang dibuat, jika konsentrasi larutan terlalu pekat maka dosis yang diberikan kecil dan sebaliknya, pada umumnya konsentrasi tawas 5 – 20 %, kapur 3 – 8 %, kaporit 1 – 2,50 % (untuk debit 100 L/det).
2. Pada kualitas air yang ingin diturunkan sesuai dengan standar baku mutu, di lapangan para operator memakai bahan kimia disesuaikan dengan kualitas pH, kekeruhan dan sisa khlor yang diinginkan.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian meliputi:

1. Pengambilan sampel
 - a. Tipe sampel berupa sampel sesaat (*discrete sample* atau *grab sample*) yang dikumpulkan dalam sebuah wadah pada waktu tertentu. Hasil pengujian sampel sesaat hanya dapat menunjukkan kualitas lingkungan yang mewakili kondisi pada waktu sampel diambil.
2. Uji *jar test*

Uji *jar test* (Standar Operasional Prosedur Produksi PDAM Balikpapan) meliputi:

 - a. Peralatan yang digunakan uji *jar test* terdiri dari dari *jar test*, pH meter, *turbidity* meter, gelas ukur 1000 ml dan 100 ml, pipet ukur 10 ml dan 1 ml.
 - b. Dimasukkan air baku yang telah diketahui kekeruhan dan pH ke dalam gelas ukur sebanyak 5 buah masing-masing 1000 ml dan letakkan pada alat *jar test*.
 - c. Dipipet larutan obat air sesuai rangenya ke dalam masing-masing gelas ukur tersebut (tawas, kapur).
 - d. Diputar pada kecepatan pengaduk 160 rpm selama 1 menit.
 - e. Diturunkan kecepatan pengaduk 40 rpm selama 4 menit, pada 1 menit terakhir dipipet larutan obat

air sesuai rangenya ke dalam masing-masing gelas ukur tersebut (kaporit).

- f. Dimatikan pengaduk dan diamkan selama 5 menit.
- g. Diambil sampel dari masing-masing gelas ukur kemudian ukur kekeruhan dan pH.
- h. Uji *jar test* dilakukan 3 kali dengan variasi pemakaian bahan kimia untuk mengetahui perbandingan dalam menentukan dosis bahan kimia yang maksimum dan minimum.

Prosedur Pengamatan

Prosedur pengamatan meliputi:

1. Pengujian kadar pH (SNI 06-6989.11-2004)
 - a. Bahan yang digunakan terdiri dari sampel.
 - b. Alat yang digunakan terdiri dari pH meter, pengaduk gelas atau magnetik, kertas tissue, timbangan analitik, termometer.
 - c. Keringkan dengan kertas tissue selanjutnya dibilas elektroda dengan air suling.
 - d. Dibilas elektroda dengan contoh uji.
 - e. Dichelupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap.
 - f. Dicatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.
2. Pengujian kadar kekeruhan (SNI 06-6989.25-2005)
 - a. Bahan yang digunakan terdiri dari sampel.
 - b. Alat yang digunakan terdiri dari nefelometer, gelas piala, botol semprot, pipet ukur 5 ml dan 10 ml, neraca analitik, labu ukur 100 ml dan 1000 ml.
 - c. Dicuci tabung nefelometer dengan air suling.

- d. Dikocok contoh dan dimasukkan contoh ke dalam tabung pada nefelometer, pasang tutupnya.
- e. Biarkan alat menunjukkan nilai pembacaan yang stabil.
- f. Dicatat nilai kekeruhan contoh yang teramati.

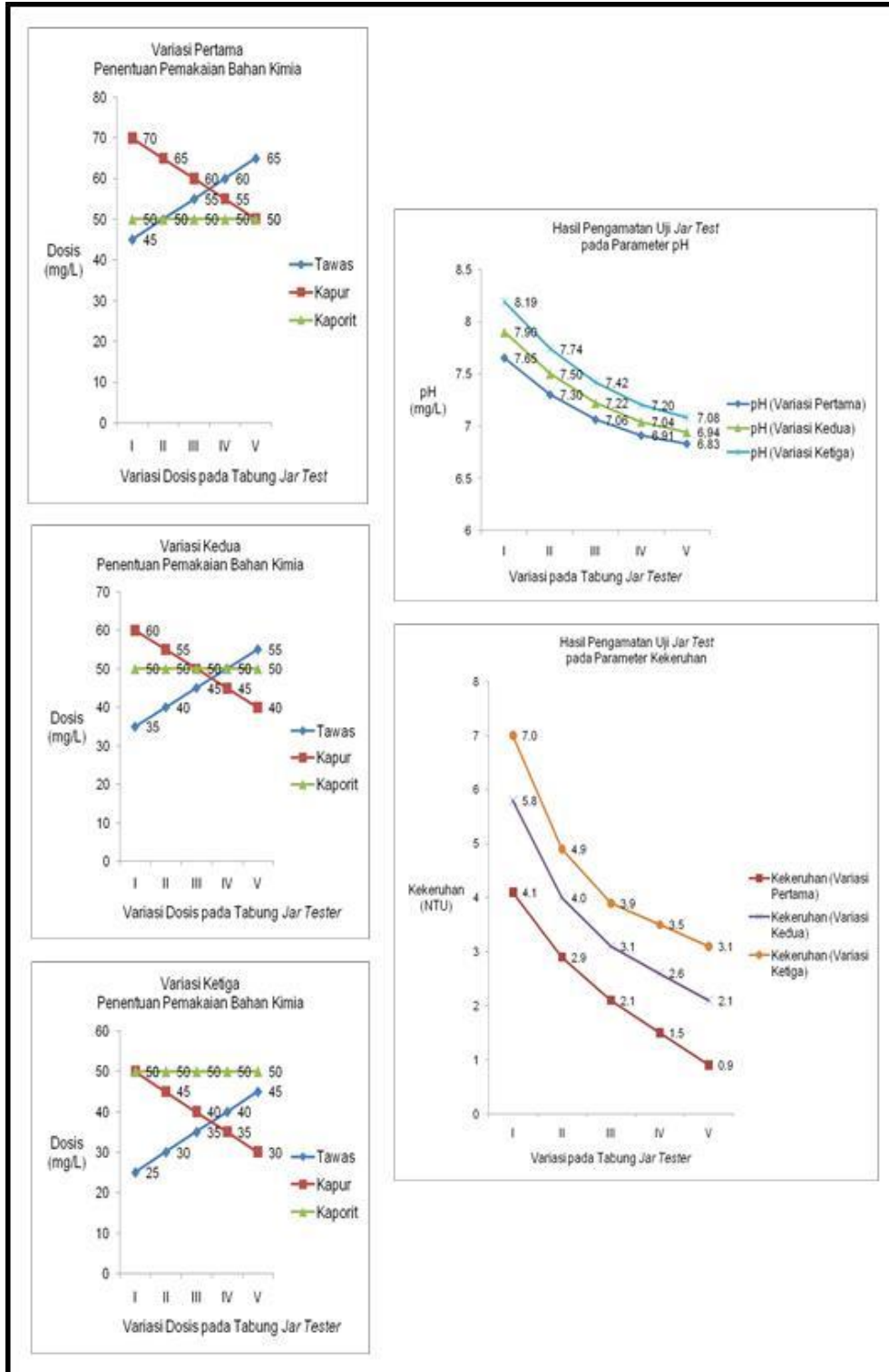
HASIL PENELITIAN

Deskripsi Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kota Balikpapan, oleh Badan Koordinasi Tata Ruang Nasional digolongkan “pusat kegiatan nasional”. Kota Balikpapan memiliki 7 Instalasi Pengolahan Air (IPA) yaitu:

1. IPA Batu Ampar 500 L/det sumber Waduk Manggar (dominan) dan air tanah dalam (pengolahan koagulasi – flokulasi, pengendapan, filtrasi).
2. IPA Kampung Damai 400 L/det sumber Waduk Manggar (dominan) dan air tanah dalam (pengolahan koagulasi – flokulasi, pengendapan, filtrasi).
3. IPA Waduk Manggar 20 L/det, meliputi:
 - a. Sumber air tanah dalam (pengolahan aerasi *multiple tray*, flokulasi, pengendapan, filtrasi).
 - b. Sumber Waduk Manggar (pengolahan *flash mix*, *cooling tower*, *Dissoved Air Flotation* atau DAF, filtrasi) (Januari 2012).
4. IPA Gunung Tembak 10 L/det sumber Sungai Selok Api (dominan) dan air tanah dalam dengan sistem pengolahan, meliputi:
 - a. Aerasi *multiple tray*, flokulasi, pengendapan, filtrasi.
 - b. *Flash mix*, *cooling tower*, DAF, filtrasi (Januari 2012).
5. IPA Gunung Sari 100 L/det sumber air tanah dalam (pengolahan aerasi *multiple tray*, flokulasi, pengendapan, filtrasi dan pengolahan *flash mix*, *cooling tower*, DAF, filtrasi).
6. IPA Perapatan 50 L/det sumber air tanah dalam (pengolahan *flash mix*, *cooling tower*, DAF, filtrasi).
7. IPA Teritip 50 L/det sumber air tanah dalam (pengolahan pengendapan pertama, aerasi *multiple tray*, flokulasi, pengendapan, filtrasi dan pengolahan *flash mix*, *cooling tower*, DAF, filtrasi).

Hasil Uji



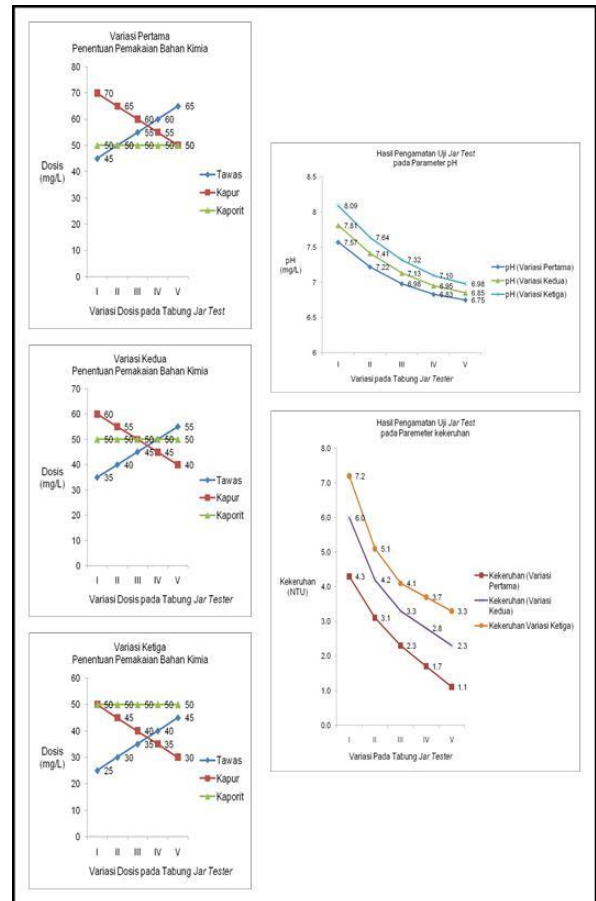
Gambar Hasil Pengamatan Uji Jar Tester (03 Mei 2014)

Berdasarkan hasil pengamatan uji *jar test* (03 Mei 2014) pada gambar hasil pengamatan uji *jar tester* yaitu:

1. Variasi pertama pemakaian bahan kimia menunjukkan kualitas terbaik pada dosis V, tawas 65 mg/L, kapur 50 mg/L, kaporit 50 mg/L dengan pH 6,83 dan kekeruhan 0,9 NTU.
2. Variasi kedua pemakaian bahan kimia menunjukkan kualitas terbaik pada dosis V, tawas 55 mg/L, kapur 40 mg/L, kaporit 50 mg/L dengan pH 6,94 dan kekeruhan 2,1 NTU.
3. Variasi ketiga pemakaian bahan kimia menunjukkan kualitas terbaik pada dosis V, tawas 45 mg/L, kapur 30 mg/L, kaporit 50 mg/L dengan terbaik pH 7,08 dan kekeruhan 3,1 NTU.

Dosis bahan kimia maksimum pada variasi kedua dosis V, sedangkan dosis bahan kimia minimum pada variasi ketiga dosis V.

Untuk mendapatkan nilai perbandingan hasil uji maka dilakukan pengulangan kedua, hasil pengamatan uji *jar test* pada gambar hasil pengamatan uji *jar tester* pengulangan kedua (10 Mei 2014).



Gambar Hasil Pengamatan Uji *Jar Tester* Pengulangan Kedua (10 Mei 2014)

Berdasarkan hasil pengamatan uji *jar test* pengulangan kedua (10 Mei 2014) pada gambar pengamatan uji *jar tester* pengulangan kedua (10 Mei 2014). yaitu:

1. Variasi pertama pemakaian bahan kimia menunjukkan kualitas terbaik pada dosis V, tawas 65 mg/L, kapur 50 mg/L, kaporit 50 mg/L pH 6,75 dan kekeruhan 1,1 NTU.
2. Variasi kedua pemakaian bahan kimia menunjukkan kualitas terbaik pada dosis V, tawas 55 mg/L, kapur 40 mg/L, kaporit 50 mg/L menunjukkan kualitas terbaik pH 6,85 dan kekeruhan 2,3 NTU.
3. Variasi ketiga pemakaian bahan kimia menunjukkan kualitas terbaik pada dosis V, tawas 45 mg/L, kapur 30 mg/L, kaporit 50 mg/L menunjukkan kualitas terbaik pH 6,98 dan kekeruhan 3,3 NTU.

Dosis bahan kimia maksimum pada variasi kedua dosis V, sedangkan dosis bahan kimia minimum pada variasi ketiga dosis V.

Pembahasan Hasil Uji

Berdasarkan hasil pengamatan uji *jar test* pada gambar 4.1 dan gambar 4.2 (pengulangan kedua) di BAB IV, dosis bahan kimia maksimum yang dipakai pada variasi kedua dosis V (tawas 55 mg/L, kapur 40 mg/L, kaporit 50 mg/L), sedangkan dosis bahan kimia minimum yang dipakai pada variasi ketiga dosis V (tawas 45 mg/L, kapur 30 mg/L, kaporit 50 mg/L). Dari hasil pengamatan uji *jar test*, kualitas air olahan pada variasi pertama dosis V lebih baik dari variasi kedua dosis V.

Metode *Jar test* selain memberikan data mengenai kondisi optimum untuk dosis koagulan, kepekatan larutan kimia, juga memberikan data mengenai metode pembubuhan bahan kimia bersamaan atau berurutan. Pada penelitian ini, metode pembubuhan bahan kimia dilakukan secara berurutan, alasannya:

1. Bahan kimia yang digunakan
Tawas merupakan koagulan yaitu bahan kimia bersifat asam yang berfungsi sebagai pembentuk flok dengan disertai pengadukan, produk dipasarkan memiliki kandungan sebesar 15 – 30 % $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Sampel air permukaan cenderung asam, penambahan tawas ke dalam air baku akan makin menurunkan pH dan dapat diatur dengan penambahan sejumlah basa tertentu, seperti soda abu atau kapur, kapur yang biasa diperoleh di Indonesia mengandung 70 – 75 % CaO, selebihnya adalah kotoran. Klorin merupakan bahan kimia bersifat basa yang banyak digunakan sebagai oksidator dan desinfektan, kaporit diperdagangkan dipasaran mengandung 60 – 70 % calcium hypochlorite, sisanya calcium carbonat.
2. Kualitas air sampel
Rata-rata kualitas air permukaan Sungai Teritip (03 Mei dan 10 Mei 2014) pH 6,3 mg/L, kekeruhan 33 NTU, besi 1,13 mg/L, total coliform 20 jumlah/100 ml. Kekeruhan air disebabkan oleh zat padat tersuspensi, baik yang bersifat anorganik maupun yang organik. Zat anorganik, biasanya berasal lapukan batuan dan logam, sedangkan yang organik dapat berasal dari lapukan tanaman atau hewan. Tanah liat, lumpur dalam suspensi mungkin mengandung besi terlarut dalam suasana asam. Air yang keruh sulit didesinfeksi, karena mikroba terlindung oleh zat tersuspensi tersebut. Jika kekeruhan dapat diturunkan dengan baik maka parameter besi dan total coliform akan lebih mudah penanganannya.
3. Kaitan bahan kimia yang digunakan dengan kualitas air sampel terhadap metode pembubuhan bahan kimia dilakukan secara berurutan.
Berdasarkan hasil pembahasan pada kualitas air sampel, maka penanganan

kekeruhan menjadi prioritas, tawas dan kapur dibubuhkan pada proses koagulasi – flokulasi, sedangkan kaporit dibubuhkan setelah proses sedimentasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan penelitian meliputi:

Berdasarkan hasil pengamatan uji *jar test* (03 Mei 2014) yaitu:

1. Variasi pertama pemakaian bahan kimia menunjukkan kualitas terbaik pada dosis V, tawas 65 mg/L, kapur 50 mg/L, kaporit 50 mg/L dengan pH 6,83 dan kekeruhan 0,9 NTU.
2. Variasi kedua pemakaian bahan kimia menunjukkan kualitas terbaik pada dosis V, tawas 55 mg/L, kapur 40 mg/L, kaporit 50 mg/L dengan pH 6,94 dan kekeruhan 2,1 NTU.
3. Variasi ketiga pemakaian bahan kimia menunjukkan kualitas terbaik pada dosis V, tawas 45 mg/L, kapur 30 mg/L, kaporit 50 mg/L dengan terbaik pH 7,08 dan kekeruhan 3,1 NTU.

Dosis bahan kimia maksimum pada variasi kedua dosis V, sedangkan dosis bahan kimia minimum pada variasi ketiga dosis V.

Berdasarkan hasil pengamatan uji *jar test* pengulangan kedua (10 Mei 2014) yaitu:

1. Variasi pertama pemakaian bahan kimia menunjukkan kualitas terbaik pada dosis V, tawas 65 mg/L, kapur 50 mg/L, kaporit 50 mg/L pH 6,75 dan kekeruhan 1,1 NTU.
2. Variasi kedua pemakaian bahan kimia menunjukkan kualitas terbaik pada dosis V, tawas 55 mg/L, kapur 40 mg/L, kaporit 50 mg/L menunjukkan kualitas terbaik pH 6,85 dan kekeruhan 2,3 NTU.
3. Variasi ketiga pemakaian bahan kimia menunjukkan kualitas terbaik pada dosis V, tawas 45 mg/L, kapur 30 mg/L, kaporit 50 mg/L menunjukkan

kualitas terbaik pH 6,98 dan kekeruhan 3,3 NTU.

Dosis bahan kimia maksimum pada variasi kedua dosis V, sedangkan dosis bahan kimia minimum pada variasi ketiga dosis V.

Saran

Saran penelitian, sebaiknya metode *Jar test* diterapkan untuk memberikan data mengenai kondisi optimum untuk dosis koagulan, kepekatan larutan kimia, juga memberikan data mengenai metode pembubuhan bahan kimia bersamaan atau berurutan, selain itu informasi yang berguna akan diperoleh untuk membantu operator instalasi dalam mengoptimalkan proses-proses koagulasi, flokulasi dan penjernihan serta bagi para ahli teknik (*engineer*) dalam merancang bangun instalasi pengolahan air yang baru atau memperbaiki instalasi yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmadi, dkk. 2011. *Teknologi pengolahan Air Minum*. Yogyakarta: Gosyen.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1995. *Advance Course Water Quality Control*. Jakarta: DPU.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. *Tata Cara Perencanaan Unit Paket Instalasi Pengolahan Air Revisi SNI 19-6774-2002*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *Cara Uji Derajat Keasaman (pH) Dengan Menggunakan Alat pH Meter SNI 06-6989.11-2004*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2005. *Cara Uji Kekeruhan Dengan Nefelometer SNI 06-6989.25-2005*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *Spesifikasi Unit Paket Instalasi Pengolahan Air SNI 6773: 2008*. Jakarta: BSN.
- Hadi Anwar. 2007. *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*. Jakarta: Gramedia.

- Hadi Wahyono. 2002. *Perencanaan Bangunan Pengolahan Air Minum*. Surabaya: ITS.
- Hanum Farida. 2002. *Proses Pengolahan Air Sungai Untuk Keperluan Air Minum*. Skripsi Program Studi Teknik Kimia, Sumatra Utara: Universitas Sumatra Utara.
- Ircham. 1992. *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta: Dian Nusantara.
- Joko Tri. 2010. *Unit Air Baku Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Joko Tri. 2010. *Unit Produksi Dalam Sistem Penyediaan Air Minum*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusnaedi. 2010. *Mengolah Air Kotor Untuk Air Minum*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Masduqi Ali dan Slamet Agus. 2002. *Satuan Operasi*. Surabaya: ITS.
- Maskew Gordon Fair et al. 1971. *Elements of Water Supply and Wasterwater Disposal*. Singapore: Toppan Printing.
- Persatuan Perusahaan Air Minum Seluruh Indonesia. 2002. *Pelatihan Operator IPA*. Jakarta: Perpamsi.
- Punmia, B. C. 1979. *Water Supply Engineering*. Malang: Angkasa Putra.
- Razif Muhammad dan Yuniarto Adhi. 2004. *Pengelolaan Kualitas Air*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Ridwan M. Saifudin dan Astuti Dwi. 2005. *Kombinasi Media Filter Untuk Menurunkan Kadar Besi (Fe)*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sasongko Djoko (Penterjemah). 1986. *Teknik Sumber Daya Air*. Jakarta: Erlangga.