

**ANALISIS EFEKTIVITAS PENGGUNAAN BAHAN KOAGULAN
DALAM PENGOLAHAN AIR BERSIH DI IPA V SOMBA OPU SERTA
DAMPAKNYA PASCA LONGSOR GUNUNG BAWAKARAENG**

*Analysis Of The Effectiveness Of The Use Of Coagulant Materials In Clean
Water Treatment At IPA V Somba Opu And Its Impact After The Mountain
Bawakaraeng Landslide*

Arsyad

Universitas Muhammadiyah Enrekang

*Email: arsyad@unimen.ac.id

Abstract

The availability of clean water is a fundamental need for urban communities, which continues to increase with population growth. The Somba Opu V Water Treatment Plant (IPA) in Gowa Regency plays a vital role in supplying clean water to most areas of Makassar City, with a production capacity of 1,000 liters/second. This study aims to analyze the effectiveness of the use of coagulants in the clean water treatment process at the Somba Opu V IPA and to evaluate the impact of the 2004 Mount Bawakaraeng landslide on raw water quality. The research method used a qualitative descriptive approach with time series and cross-sectional data analysis from laboratory test results. The results showed a drastic increase in raw water turbidity from an average of 45 NTU to 1,214 NTU after the landslide, with a peak turbidity reaching 217,000 NTU, which led to the shutdown of the IPA. Evaluation of coagulant effectiveness showed that the use of Alum and PAC resulted in excessive sludge and high operational costs, while Magnaflo LT27 and LT525 coagulants proved more effective at an affordable price and significantly reduced turbidity. This study concluded that water treatment effectiveness is highly dependent on selecting a coagulant that matches the turbidity characteristics of the raw water, and that treatment system development and infrastructure rehabilitation are necessary to improve the quality of the resulting clean water.

Keywords: Clean Water, Coagulant, Turbidity, Water Treatment, Somba Opu V WTP

Abstrak

Ketersediaan air bersih merupakan kebutuhan fundamental bagi masyarakat perkotaan yang terus meningkat seiring pertumbuhan penduduk. Instalasi Pengolahan Air (IPA) V Somba Opu di Kabupaten Gowa berperan vital dalam menyuplai kebutuhan air bersih bagi sebagian besar wilayah Kota Makassar dengan kapasitas produksi 1000 liter/detik. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas penggunaan bahan pengendap (koagulan) dalam proses pengolahan air bersih di IPA V Somba Opu serta mengevaluasi dampak bencana longsor Gunung Bawakaraeng tahun 2004 terhadap kualitas air baku. Metode penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan analisis data time series dan cross section dari hasil pengujian laboratorium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan drastis kekeruhan air baku dari rata-rata 45 NTU menjadi 1214 NTU pasca longsor, dengan puncak kekeruhan mencapai 217.000 NTU yang menyebabkan penghentian operasional IPA. Evaluasi efektivitas koagulan menunjukkan bahwa penggunaan Alum dan PAC menghasilkan lumpur berlebih dan biaya operasional tinggi, sementara koagulan Magnaflo LT27 dan LT525 terbukti lebih efektif dengan harga terjangkau dan mampu menurunkan kekeruhan secara signifikan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa efektivitas pengolahan air sangat bergantung pada pemilihan jenis

koagulan yang sesuai dengan karakteristik kekeruhan air baku, serta diperlukan pengembangan sistem pengolahan dan rehabilitasi infrastruktur untuk meningkatkan kualitas air bersih yang dihasilkan.

Kata kunci: Air Bersih, Koagulan, Kekeruhan, Pengolahan Air, IPA V Somba Opu

PENDAHULUAN

Perkembangan penduduk perkotaan di Indonesia mengalami pertumbuhan yang sangat pesat, berdampak pada meningkatnya kebutuhan pelayanan sarana dan prasarana, termasuk penyediaan air bersih. Kebutuhan air bersih senantiasa meningkat seiring pertumbuhan penduduk, baik secara kuantitas maupun kualitas (Daud & Rosman, 2003). Namun demikian, akhir-akhir ini semakin sulit mendapatkan air bersih karena berbagai faktor pencemaran yang disebabkan oleh limbah rumah tangga, limbah pertanian, limbah industri, serta penurunan kualitas mata air akibat erosi dan sedimentasi (Sutrisno, 2004).

Di Kota Makassar, terdapat lima Instalasi Pengolahan Air (IPA) yang melayani kebutuhan air bersih, yaitu IPA I Ratulangi, IPA II Panaikang, IPA III Antang, IPA IV Maccini Sombala, dan IPA V Somba Opu. IPA V Somba Opu merupakan instalasi dengan kapasitas produksi terbesar yaitu 1000 liter/detik dan mampu melayani hampir sebagian besar wilayah Kota Makassar, khususnya di bagian selatan. Air baku IPA V Somba Opu bersumber dari Waduk Bili-Bili yang merupakan bendungan di Sungai Jeneberang.

Pengolahan air dilakukan untuk meningkatkan kualitas, kuantitas, dan kontinuitas air. Beberapa teknik pengolahan air yang dilakukan antara lain pengolahan secara fisik, penggunaan bahan kimia, dan pengolahan biologis. Dalam proses pengolahan air bersih, penggunaan bahan pengendap atau koagulan memegang peranan penting untuk menghilangkan kekeruhan dan partikel tersuspensi melalui proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan filtrasi (Ghufran, 2005).

Permasalahan utama yang dihadapi IPA V Somba Opu terjadi pada tahun 2004 ketika terjadi longsor di Gunung Bawakaraeng yang menyebabkan peningkatan drastis kekeruhan air baku dari Bendungan Bili-Bili. Kondisi ini mengakibatkan terganggunya proses pengolahan air dan bahkan menyebabkan penghentian operasional instalasi. Hal ini mendorong dilakukannya evaluasi terhadap efektivitas penggunaan bahan pengendap dalam mengatasi permasalahan kekeruhan yang ekstrem.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis tingkat penurunan kualitas air baku di Bendungan Bili-Bili sebagai sumber air yang diolah oleh IPA V Somba Opu, (2) mengevaluasi efektivitas berbagai jenis koagulan yang digunakan dalam proses pengolahan air bersih, dan (3) mengidentifikasi kendala sistem pengolahan serta memberikan rekomendasi perbaikan. Kebaruan penelitian ini terletak pada analisis komparatif efektivitas berbagai jenis koagulan dalam menangani kekeruhan ekstrem pasca bencana longsor, serta evaluasi dampak longsor terhadap operasional instalasi pengolahan air skala besar.

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium IPA V Somba Opu, Kabupaten Gowa, tepatnya di Kelurahan Batangkaluku, Kecamatan Somba Opu, serta di

PDAM Kota Makassar. IPA V Somba Opu terletak pada koordinat $12^{\circ}33'19''$ hingga $13^{\circ}15'17''$ Bujur Timur dan $5^{\circ}5'$ hingga $5^{\circ}34'7''$ Lintang Selatan, dengan luas bangunan areal keseluruhan 15 Ha dan luas bangunan 8 Ha. Sumber air baku berasal dari Sungai Jeneberang dengan luas Daerah Aliran Sungai (DAS) 881 km² dan panjang 90 km. Penelitian dilaksanakan selama 3 (tiga) bulan.

Populasi dan Sampel

Penelitian ini bersifat deskriptif kualitatif berdasarkan data kualitatif dan kuantitatif. Populasi penelitian meliputi data kualitas air baku yang diolah di IPA V Somba Opu Selama 4 (empat) tahun dan data produksi air baku PDAM Kota Makassar.

Sampel penelitian terdiri dari:

- a) Sampel air baku yang diambil secara acak dari reservoir sebelum masuk ke pengolahan
- b) Data kualitas air hasil pengolahan laboratorium IPA V Somba Opu
- c) Data produksi air baku sebelum longsor dan sesudah longsor

Data primer diperoleh melalui observasi, pengukuran, dan eksperimen laboratorium. Data sekunder diperoleh dari historical data sebelum dan sesudah longsor dari Unit PWS Jeneberang PU Wilayah dan PDAM Kota Makassar.

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data terdiri atas:

- a) Metode observasi: Pengamatan, pengesanan, dan pengukuran dilakukan di lapangan dan laboratorium untuk memperoleh data kualitas air baku
- b) Metode dokumentasi: Digunakan untuk memperoleh data tertulis dan gambar terkait kondisi Bendungan Bili-Bili dan IPA V Somba Opu
- c) Metode wawancara: Dilakukan dengan informan penelitian (key person) untuk melengkapi data.

Metode Analisis Data

Data yang diperoleh terdiri dari time series data dan cross section data dari analisis laboratorium. Untuk menganalisis perubahan kualitas air, digunakan metode perbandingan antara hasil pengukuran sebelumnya dengan Metode Echo Sounding. Analisis perubahan pengolahan air baku dilakukan dengan menghubungkan kondisi kualitas yang digunakan pada IPA V Somba Opu menggunakan analisis perbandingan data historis produksi air baku. Analisis efektivitas koagulan dilakukan melalui uji jar test untuk menentukan dosis optimum koagulan. Uji Jar Test dilakukan dengan prosedur:

- Preparasi larutan koagulan dengan dosis bervariasi
- Pengambilan sampel air baku sebanyak 1000 ml per beaker
- Pengadukan cepat pada 120 rpm selama 1 menit
- Pengadukan lambat pada 40 rpm selama 20 menit
- Penambahan polimer (flocculant aid) untuk memperbesar flok
- Pengendapan selama 10 menit
- Pengukuran kekeruhan menggunakan turbidimeter dan pH menggunakan potensiometer
- Pembuatan Gambar hubungan dosis koagulan terhadap turbiditas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Instalasi Pengelolaan Air V Somba Opu.

IPA V Somba Opu mulai dibangun pada tahun 1996 dan mulai dioperasikan pada tahun 2000 dengan kapasitas produksi 1000 liter/detik. Air baku diperoleh dari Waduk Bili-Bili melalui saluran bawah tanah berdiameter 1650 mm sepanjang 6 km dan berdiameter 1500 mm sepanjang 10,3 km. Unit-unit pengolahan IPA V Somba Opu meliputi:

1. Intake dan Unit Pendahuluan: Terdiri dari bangunan bendung, pintu intake dengan bar screen, dan saluran transmisi
2. Bangunan Prasedimentasi: Berfungsi mengendapkan partikel kasar sebelum dipompa ke unit pengolahan
3. Unit Koagulasi: Bak pembubuh alum/PAC dengan dosering pump
4. Unit Pulsator (Flokulasi-Sedimentasi): Bak pembersih dengan sludge layer dan plat penenang
5. Unit Filter: 5 buah bak saringan pasir cepat tipe AQUASUR "V" dengan konstruksi beton bertulang
6. Unit Reservoir: 4 reservoir dengan kapasitas total 121.584 m³
7. Gedung Pompa Distribusi: 5 unit pompa distribusi dengan 2 pompa vakum

Kapasitas maksimum pengolahan kekeruhan IPA V Somba Opu mencapai 6000 NTU. Sistem pengolahan menggunakan pengaduk hidrolis tipe ruang bersekat dengan aliran vertikal untuk proses koagulasi dan flokulasi.

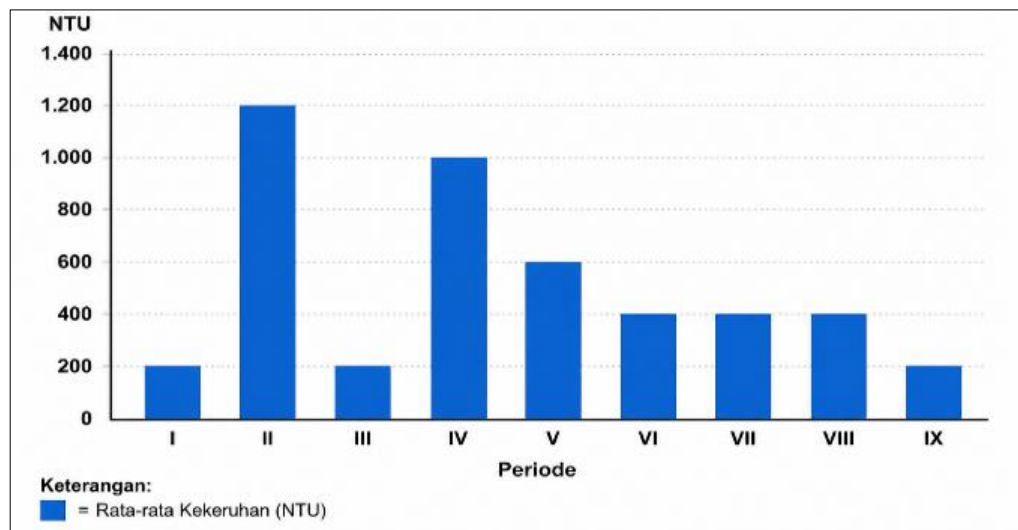
Analisis Kekeruhan Air Baku

Hasil analisis data kekeruhan air baku IPA V Somba Opu periode 2000-2008 menunjukkan fluktuasi yang signifikan, terutama pasca longsor Gunung Bawakaraeng pada Maret 2004. Data rata-rata kekeruhan per tahun disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata Kekeruhan Air Baku IPA V Somba Opu (NTU)

Periode	Rata-rata Kekeruhan (NTU)	Keterangan
I	30,52	Normal
II	32,56	Normal
III	38,42	Normal
IV	45,07	Normal
V	1.214,00	Pasca longsor
VI	1.062,00	Pasca longsor
VII	500,07	Mulai menurun
VIII	238,80	Menurun
IX	978,98	Meningkat

Data di atas menunjukkan bahwa sebelum kejadian longsor, kekeruhan air baku relatif stabil dengan rata-rata sekitar 30-45 NTU. Namun pasca longsor, terjadi peningkatan drastis mencapai rata-rata 1.214 NTU pada periode ke V dan 1.062 NTU pada periode ke VI pasca longsor. Puncak kekeruhan tertinggi mencapai 1.062 NTU, menyebabkan penghentian operasional IPA V Somba Opu karena 80% air yang masuk adalah lumpur.



Gambar 1. Rata-rata Kekeruhan Air Baku (NTU)

Gambar 1. menunjukkan rata-rata tingkat kekeruhan air baku (NTU) pada sembilan periode pengamatan (I–IX). Nilai kekeruhan menggambarkan banyaknya partikel tersuspensi di dalam air, seperti lumpur, tanah, bahan organik, dan partikel halus lainnya. Semakin tinggi nilai NTU, semakin keruh kondisi air baku tersebut.

Berdasarkan Gambar, Periode II memiliki tingkat kekeruhan tertinggi, yaitu sekitar 1.200 NTU. Kondisi ini menunjukkan bahwa kualitas air baku pada periode tersebut sangat keruh dan kemungkinan dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti curah hujan tinggi, limpasan permukaan (surface runoff), atau meningkatnya sedimen yang masuk ke sumber air.

Kekeruhan tertinggi kedua terjadi pada Periode IV, yaitu sekitar 1.000 NTU. Nilai ini masih tergolong sangat tinggi sehingga proses pengolahan air, khususnya tahap koagulasi dan flokulasi, membutuhkan dosis bahan kimia dan waktu pengolahan yang lebih besar.

Pada Periode V, nilai kekeruhan menurun menjadi sekitar 600 NTU. Meskipun mengalami penurunan dibandingkan periode sebelumnya, kondisi ini masih menunjukkan air baku dengan tingkat kekeruhan yang cukup tinggi dan memerlukan pengolahan intensif. Selanjutnya, Periode VI, VII, dan VIII memiliki tingkat kekeruhan yang relatif sama, yaitu sekitar 400 NTU. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kualitas air baku mulai lebih stabil dan beban pengolahan menjadi lebih ringan dibandingkan periode dengan kekeruhan di atas 1.000 NTU.

Adapun Periode I, III, dan IX menunjukkan nilai kekeruhan terendah, masing-masing sekitar 200 NTU. Walaupun nilai ini lebih rendah dibandingkan periode lainnya, air tersebut masih tergolong keruh dan tetap memerlukan proses pengolahan sebelum dapat digunakan sebagai air bersih. Pada periode VII dan VIII, kekeruhan mulai menurun hingga rata-rata 238,80 NTU. Namun pada periode IX, terjadi peningkatan kembali menjadi 978,98 NTU, meningkat 0,96% dibandingkan periode sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas air baku Bendungan Bili-Bili masih belum stabil dan memerlukan penanganan berkelanjutan.

Analisis Penggunaan Koagulan

IPA V Somba Opu menggunakan berbagai jenis koagulan dalam proses pengolahan air. Evaluasi efektivitas koagulan dilakukan berdasarkan tingkat kekeruhan air baku dan jumlah pemakaian bahan kimia.

Tabel 2. Penyajian jenis koagulan yang digunakan dan karakteristiknya.

Jenis Koagulan	Kapasitas (NTU)	Kekeruhan Maksimum	Keunggulan	Kelemahan
Tawas/Alum ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$)	6000	< 6000	Harga relatif murah	Menghasilkan banyak lumpur
PAC (Poly Aluminium Chloride)	6000	≥ 6000	Lumpur lebih sedikit	Harga sangat mahal
Magnaflo LT27 & LT525	6000	≥ 6000	Harga mural - praktis	-

Penggunaan Alum/Tawas

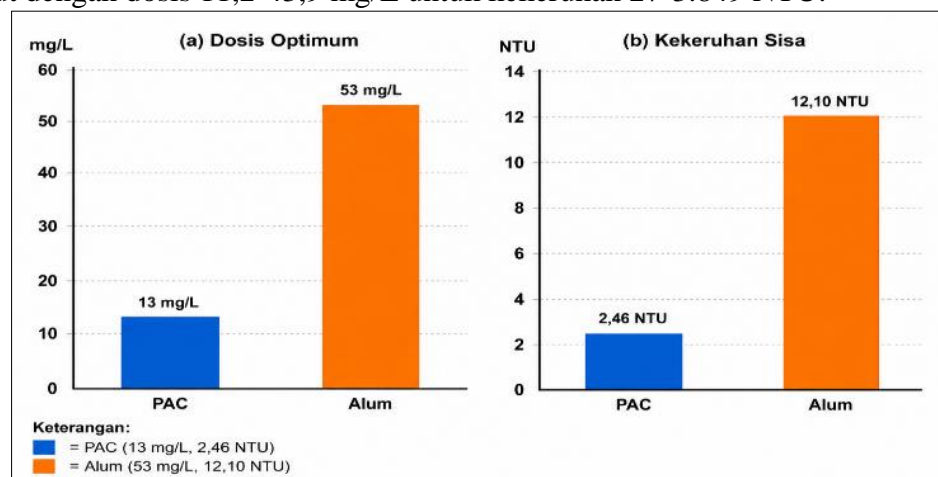
IPA V Somba Opu menggunakan koagulan jenis Alum dengan tambahan gas klor, kaporit, karbon, dan lime. Data evaluasi pemakaian bahan kimia menunjukkan bahwa penggunaan Alum berkisar antara 8,18-22,1 mg/L dengan tingkat kekeruhan 2,04-21 NTU. Meskipun efektif untuk kekeruhan rendah, penggunaan Alum menghasilkan lumpur yang cukup banyak dan kurang efektif untuk penanganan kekeruhan tinggi.

Penggunaan Alum mencapai 47,0-77,9 mg/L untuk menangani kekeruhan yang meningkat (488-1.963 NTU). Namun demikian, efektivitasnya menurun seiring dengan peningkatan kekeruhan yang ekstrem.

Penggunaan PAC

IPA V Somba Opu menggunakan PAC (Poly Aluminium Chloride) untuk menangani kekeruhan tinggi. Periode V menunjukkan penggunaan PAC dengan dosis 10,9-23,8 mg/L untuk menangani kekeruhan 1.769-629 NTU. Pada periode VI, penggunaan PAC mencapai 10,1-18,5 mg/L untuk kekeruhan 135-1.990 NTU.

Meskipun PAC menghasilkan lumpur yang lebih sedikit dibandingkan Alum, kelemahan utamanya adalah harga yang sangat mahal, sehingga kurang efektif dari segi biaya operasional. Pada periode VII, penggunaan PAC masih berlanjut dengan dosis 11,2-43,9 mg/L untuk kekeruhan 27-3.849 NTU.



Gambar 2. Perbandingan PAC vs Alum

Gambar 2. di atas membandingkan kinerja dua jenis koagulan, yaitu Poly Aluminium Chloride (PAC) dan Aluminium Sulfat (Alum), berdasarkan dua

parameter utama, yaitu dosis optimum koagulan dan kekeruhan sisa (residual turbidity) setelah proses pengolahan air.

Perbandingan Dosis Optimum

Gambar 2 menunjukkan bahwa dosis optimum PAC adalah 13 mg/L, sedangkan dosis optimum Alum mencapai 53 mg/L. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa PAC memerlukan dosis yang jauh lebih rendah dibandingkan Alum untuk menghasilkan proses koagulasi yang efektif. Secara kuantitatif, dosis Alum yang dibutuhkan sekitar 4 kali lebih besar daripada dosis PAC. Hal ini menunjukkan bahwa PAC memiliki kemampuan koagulasi yang lebih tinggi sehingga lebih efisien dalam menetralkan muatan partikel koloid dan membentuk flok meskipun digunakan dalam konsentrasi yang relatif kecil. Efisiensi penggunaan bahan kimia ini memberikan beberapa keuntungan, antara lain:

- a) Mengurangi kebutuhan bahan koagulan;
- b) Menurunkan biaya operasional pengolahan air;
- c) Mengurangi volume lumpur hasil pengolahan;
- d) Mempermudah proses penanganan residu pengolahan.

Perbandingan Kekeruhan Sisa

Gambar kedua menunjukkan bahwa setelah proses koagulasi PAC menghasilkan kekeruhan sisa sebesar 2,46 NTU, selanjutnya Alum menghasilkan kekeruhan sisa sebesar 12,10 NTU. Nilai kekeruhan sisa yang lebih rendah menunjukkan bahwa proses penghilangan partikel tersuspensi berlangsung lebih efektif. Dengan demikian, PAC mampu menurunkan kekeruhan air secara signifikan dibandingkan Alum. Perbedaan kekeruhan sisa antara kedua koagulan mencapai sekitar 9,64 NTU, yang menunjukkan bahwa kemampuan PAC dalam membentuk flok yang besar dan mudah mengendap jauh lebih baik daripada Alum pada kondisi pengujian yang sama.

Penggunaan Magnaflo LT27 dan LT525

Pada awal periode ke VII, ditemukan koagulan jenis Magnaflo LT27 dan LT525 yang berbentuk cair, mempermudah proses pengendapan sedimentasi. Data periode VIII menunjukkan penggunaan LT525 dengan dosis 8,21-29,34 mg/L dan LT27 dengan dosis 0,04-0,84 mg/L untuk menangani kekeruhan 44,6-865 NTU. Pada tahun 2008 (Januari-Maret), dosis LT525 25,99-36,71 mg/L dan LT27 0,88-1,06 mg/L untuk kekeruhan 574-978 NTU. Keunggulan Magnaflo dibandingkan koagulan lain adalah:

- a) Harga lebih terjangkau dibandingkan PAC
- b) Bentuk cair mempermudah aplikasi dan pencampuran
- c) Kemampuan mengikat partikel menjadi flok yang lebih besar dan berat
- d) Mempercepat proses pengendapan
- e) Menghasilkan lumpur lebih sedikit dibandingkan Alum

Uji Jar Test Penentuan Dosis Optimum Koagulan.

Uji jar test dilakukan untuk menentukan dosis optimum koagulan dengan penambahan polimer (flocculant aid). Hasil uji jar test untuk PAC dan Alum disajikan pada Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Hasil Uji Jar Test Penentuan Dosis Optimum PAC

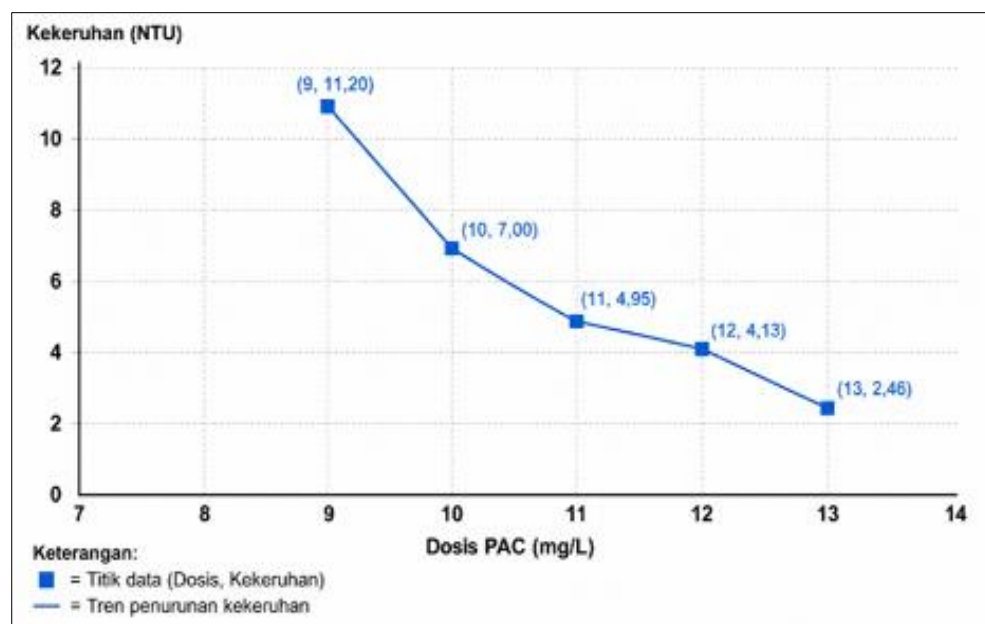
No. Beaker	Dosis PAC (mg/L)	Kekeruhan (NTU)	Flocculant Aid (mg/L)
1	8	9,54	0,25
2	9	11,20	0,25
3	10	7,00	0,25
4	11	4,95	0,25
5	12	4,13	0,25
6	13	2,46	0,25

Tabel 4. Hubungan Dosis Alum terhadap Kekeruhan

No. Beaker	Dosis PAC (mg/L)	Kekeruhan (NTU)	Flocculant Aid (mg/L)
1	48	17,90	0,25
2	49	20,20	0,25
3	50	30,80	0,25
4	51	15,10	0,25
5	52	12,50	0,25
6	53	12,10	0,25

Hasil uji jar test menunjukkan bahwa dosis optimum PAC adalah 13 mg/L dengan tingkat kekeruhan 2,46 NTU, sedangkan dosis optimum Alum adalah 53 mg/L dengan tingkat kekeruhan 12,10 NTU. Hal ini menunjukkan bahwa PAC lebih efektif dalam menurunkan kekeruhan dibandingkan Alum pada dosis yang lebih rendah. Namun, efektivitas ini harus diimbangi dengan pertimbangan biaya operasional.

Hubungan pH terhadap kekeruhan juga menunjukkan bahwa pada kisaran pH 6,5-7,5, proses koagulasi berlangsung optimal dengan pembentukan flok yang baik.



Gambar 3. Hubungan dosis PAC terhadap Kekeruhan.

Gambar 3. di atas menunjukkan hubungan antara dosis Poly Aluminium Chloride (PAC) sebagai koagulan dengan tingkat kekeruhan air (NTU) setelah proses pengolahan. Secara umum, Gambar memperlihatkan adanya hubungan berbanding terbalik (negatif), yaitu semakin besar dosis PAC yang diberikan, semakin rendah nilai kekeruhan air yang dihasilkan.

Pada dosis PAC 9 mg/L, kekeruhan air masih relatif tinggi, yaitu sebesar 11,20 NTU. Hal ini menunjukkan bahwa jumlah koagulan yang diberikan belum cukup optimal untuk mengikat dan mengendapkan partikel-partikel tersuspensi di dalam air. Ketika dosis PAC ditingkatkan menjadi 10 mg/L, nilai kekeruhan turun cukup signifikan menjadi 7,00 NTU. Penurunan ini menunjukkan bahwa penambahan koagulan mulai meningkatkan proses koagulasi dan flokulasi sehingga lebih banyak partikel koloid yang dapat dipisahkan dari air.

Pada dosis 11 mg/L, kekeruhan kembali menurun menjadi 4,95 NTU. Selanjutnya, pada dosis 12 mg/L, nilai kekeruhan mencapai 4,13 NTU. Penurunan yang terjadi pada rentang dosis ini mengindikasikan bahwa PAC semakin efektif dalam membentuk flok yang lebih besar dan mudah mengendap. Nilai kekeruhan terendah diperoleh pada dosis 13 mg/L, yaitu sebesar 2,46 NTU. Kondisi ini menunjukkan bahwa dosis tersebut merupakan dosis yang paling efektif di antara variasi dosis yang diuji karena mampu menghasilkan air dengan tingkat kekeruhan paling rendah.

Kendala Sistem Pengolahan

Beberapa kendala yang dihadapi dalam sistem pengolahan air IPA V Somba Opu antara lain:

Bencana Longsor Gunung Bawakaraeng.

Longsor Gunung Bawakaraeng menyebabkan peningkatan drastis kekeruhan air baku dari 400 NTU menjadi 217.000 NTU. Hal ini menyebabkan:

- a) Operasional IPA V Somba Opu terpaksa dihentikan pada 20 Januari 2005
- b) 80% air yang masuk ke instalasi adalah lumpur
- c) Kebutuhan bahan kimia meningkat drastis dengan biaya operasional yang sangat tinggi

Berkurangnya Debit Air Baku

Pada musim kemarau, debit air baku dari sumber air berkurang, yang disebabkan oleh:

- a) Kebocoran pada saluran transmisi
- b) Meresapnya air ke dalam tanah
- c) Penguapan

Pencemaran oleh Masyarakat

Kurangnya kesadaran penduduk yang bermukim di sekitar saluran transmisi yang sering membuang sampah dan memandikan hewan peliharaan pada saluran transmisi, yang mempengaruhi kualitas air baku.

Kondisi Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam proses pengolahan sudah tua dan memerlukan rehabilitasi

Sumber Daya Manusia

Tenaga terampil yang memahami operasional proses pengolahan masih kurang.

Pengendalian Sistem Pengolahan

Beberapa upaya pengendalian sistem pengolahan yang dapat dilakukan antara lain:

- a) Pengendalian Kebocoran Saluran Transmisi
- b) Meningkatkan kontrol terhadap saluran transmisi
- c) Memberi pasangan batu pada talud saluran tanah asli untuk mencegah

Edukasi Masyarakat

- a) Memberikan pengertian kepada penduduk tentang pentingnya menjaga kualitas air baku
- b) Menjelaskan dampak negatif yang ditimbulkan oleh perbuatan mereka

Rehabilitasi Peralatan

- a) Mengganti peralatan yang sudah tua dengan yang lebih baik
- b) Meningkatkan kualitas air bersih yang dihasilkan

Pengembangan SDM

- a) Mengikutsertakan staf dalam pelatihan dan kursus sesuai bidangnya
- b) Meningkatkan pemahaman operasional proses pengolahan

Optimalisasi Penggunaan Koagulan

- a) Menggunakan koagulan yang sesuai dengan tingkat kekeruhan air baku
- b) Mempertimbangkan aspek efektivitas dan efisiensi biaya dalam pemilihan koagulan

Pembahasan Integral

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa efektivitas pengolahan air bersih di IPA V Somba Opu sangat dipengaruhi oleh tiga faktor utama: kualitas air baku (terutama kekeruhan), jenis dan dosis koagulan, serta kondisi operasional instalasi. Ketiga faktor ini saling terkait dan membentuk sistem yang kompleks.

Kualitas air baku, terutama tingkat kekeruhan, merupakan faktor penentu utama dalam efektivitas pengolahan air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kekeruhan dari 45 NTU menjadi 1.214 NTU (meningkat 26 kali lipat) memerlukan penyesuaian drastis dalam operasional instalasi. Pada kekeruhan ekstrem (217.000 NTU), sistem pengolahan konvensional tidak mampu beroperasi secara efektif.

Kondisi ini mengkonfirmasi teori bahwa pengolahan air permukaan memiliki batas kapasitas tertentu yang ditentukan oleh desain instalasi. Ketika kualitas air baku melewati batas desain, diperlukan intervensi khusus seperti:

- a) Pretreatment tambahan (misalnya: prasedimentasi yang lebih intensif)
- b) Penambahan dosis koagulan secara signifikan
- c) Penggunaan koagulan dengan kinerja lebih tinggi.
- d) Pengurangan debit produksi untuk memberi waktu tinggal yang cukup.

Pemilihan Koagulan sebagai Variabel Kunci:

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan jenis koagulan merupakan variabel kunci yang menentukan keberhasilan pengolahan air pada kondisi kekeruhan tinggi. Perbandingan antara Alum, PAC, dan Magnaflo menunjukkan bahwa:

Alum (Aluminium Sulfate):

- a) Kelebihan: Harga murah, terbukti efektif untuk kekeruhan rendah
- b) Kekurangan: Volume lumpur besar, dosis tinggi untuk kekeruhan tinggi

PAC (Poly Aluminium Chloride):

- a) Kelebihan: Efisiensi tinggi, volume lumpur sedang, dosis rendah
- b) Kekurangan: Harga mahal, ketersediaan terbatas

Magnaflo LT27 & LT525:

- a) Kelebihan: Efisiensi tinggi, biaya terjangkau, mudah diaplikasikan
- b) Kekurangan: Masih relatif baru, perlu penelitian lebih lanjut

Temuan ini mendukung teori koagulasi-flokulasi yang menyatakan bahwa efektivitas koagulan ditentukan oleh muatan ion, berat molekul, dan struktur polimer. Magnaflo sebagai polimer organik memiliki keunggulan dalam membentuk flok yang besar dan kuat melalui mekanisme bridging, yang sangat efektif untuk partikel dengan ukuran bervariasi.

Implikasi Manajerial dan Kebijakan:

Hasil penelitian ini memiliki implikasi penting bagi manajemen PDAM dan pembuat kebijakan:

Perencanaan yang Adaptif: Perencanaan pengolahan air harus mempertimbangkan skenario terburuk (worst-case scenario) yang mungkin terjadi, termasuk bencana alam dan perubahan iklim.

Investasi Teknologi: Diperlukan investasi untuk meningkatkan kapasitas dan teknologi pengolahan, termasuk sistem monitoring real-time dan unit pengolahan darurat.

Pengelolaan Risiko: Perlu dikembangkan sistem manajemen risiko yang komprehensif untuk mengantisipasi berbagai kemungkinan gangguan pada sistem penyediaan air bersih.

Kolaborasi Multi-Pihak: Pengelolaan sumber daya air harus melibatkan berbagai pemangku kepentingan (stakeholder) untuk memastikan keberlanjutan pasokan air bersih.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penurunan Kualitas Air Baku: Terjadi penurunan kualitas air baku yang signifikan pasca longsor Gunung Bawakaraeng pada Maret 2004. Kekeruhan air baku meningkat dari rata-rata 45 NTU menjadi 1.214 NTU (2004-2005), dengan puncak kekeruhan mencapai 217.000 NTU. Kekeruhan mulai menurun hingga 238,80 NTU, namun terjadi peningkatan kembali menjadi 978,98 NTU,
2. Efektivitas Koagulan: Efektivitas penggunaan koagulan sangat tergantung pada jenis koagulan dan tingkat kekeruhan air baku. Alum efektif untuk kekeruhan rendah (< 6.000 NTU) namun menghasilkan banyak
3. lumpur. PAC efektif untuk kekeruhan tinggi dan menghasilkan lumpur lebih sedikit,
4. namun harganya sangat mahal. Magnaflo LT27 dan LT525 terbukti paling efektif dengan harga terjangkau, bentuk cair yang praktis, dan kemampuan menurunkan kekeruhan secara signifikan.
5. Kendala Operasional: Bencana longsor menyebabkan penghentian operasional IPA V Somba Opu dan memerlukan biaya operasional yang sangat tinggi. Kendala lain meliputi berkurangnya debit air baku pada musim kemarau, pencemaran oleh masyarakat, kondisi peralatan yang tua, dan keterbatasan

SDM terampil.

6. Kapasitas Pengolahan: IPA V Somba Opu memiliki kapasitas maksimum pengolahan kekeruhan sampai 6.000 NTU, namun peningkatan kekeruhan yang ekstrem melebihi kapasitas desain menyebabkan sistem tidak mampu beroperasi secara optimal.

SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas, disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pengembangan Infrastruktur: Mempertimbangkan pengembangan yang telah direncanakan sebelumnya, yaitu pembangunan IPA VI Somba Opu untuk meningkatkan kapasitas pengolahan dan mengantisipasi peningkatan kekeruhan ekstrem di masa mendatang.
2. Rehabilitasi Bangunan: Melakukan rehabilitasi bangunan pengolahan air bersih IPA V Somba Opu agar kualitas air bersih yang dihasilkan semakin meningkat dan sesuai standar kesehatan.
3. Optimalisasi Penggunaan Koagulan: Melakukan penelitian lanjutan untuk menentukan kombinasi koagulan yang paling efektif dan efisien untuk berbagai tingkat kekeruhan, serta mempertimbangkan penggunaan koagulan alternatif yang ramah lingkungan.
4. Peningkatan Biaya Operasional: Meningkatkan biaya operasional untuk pemakaian bahan kimia (koagulan) yang sesuai dengan kebutuhan penanganan kekeruhan air baku.
5. Pengendalian Lingkungan: Melakukan upaya pengendalian lingkungan di daerah aliran sungai (DAS) Jeneberang untuk mencegah erosi dan sedimentasi yang berlebihan, termasuk program penghijauan dan konservasi lahan.
6. Peningkatan SDM: Meningkatkan kualitas sumber daya manusia melalui pelatihan dan pendidikan berkelanjutan dalam bidang pengolahan air bersih dan manajemen instalasi.
7. Sistem Peringatan Dini: Mengembangkan sistem peringatan dini untuk mendeteksi peningkatan kekeruhan air baku sehingga dapat dilakukan antisipasi lebih awal dalam pengolahan air.

DAFTAR PUSTAKA

1. Achmad, R. (2004). Kimia Lingkungan. Yogyakarta: Andi Offset.
2. Alamsyah, S. (2006). Merakit Alat Penjernih Air untuk Rumah Tangga. Jakarta: Kawan Pustaka.
3. Anonymus. (2004). Profil Perusahaan Daerah Air Minum Kota Makassar. Makassar: PDAM.
4. CTI Engineering International Co. LTD. (2006). Draft Final Report on Urgent Survey for Consulting Engineering Services of Bawakaraeng Urgent Sediment Control Project.
5. Daud, A., & Rosman. (2003). Aspek Kesehatan Penyediaan Air Bersih. Makassar: Jurusan Kesehatan Lingkungan FKM Unhas.
6. Ghufran, M. (2005). Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan. Jakarta: Rineka Cipta.



7. Linsley, R.K., & Franzini, J.B. (1996). *Teknik Sumber Daya Air Jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
8. Mustofa, H. (2005). *Kamus Lingkungan*. Jakarta: Rineka Cipta.
9. Peraturan Pemerintah RI No. 20 Tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air.
10. Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 416 Tahun 1990 tentang Syarat-syarat dan Pengawasan Kualitas Air.
11. Siregar, A.S. (2005). *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Kanisius.
12. Sutrisno, T. (2004). *Teknologi Penyediaan Air Bersih*. Jakarta: Rineka Cipta.