

Karakteristik Kualitas Air Baku & Lumpur sebagai Dasar Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur IPA Badak Singa PDAM Tirtawening Kota Bandung

SARAH AZ-ZAHRA¹, RACHMAWATI.S.DJ², EKA WARDHANI³

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITENAS Bandung

Email: beleketek@gmail.com

ABSTRAK

Dengan dibuangnya lumpur IPA Badak Singa ke Sungai Cikapundung, maka diperlukan Instalasi Pengolahan Lumpur (IPL) agar mengurangi resiko terjadinya pencemaran dan pendangkalan sungai. Untuk dasar perencanaan IPL, diperlukan pengukuran kekeruhan air baku, dosis optimum PAC pada pencampuran air baku & backwash, Total Suspended Solid (TSS) air baku, %Total Solid (TS) lumpur, %Volatile Solid (VS) lumpur, berat jenis lumpur, dan alumunium total lumpur. Pengukuran tersebut menggunakan metode nefelometri, jar-test, gravimetri, piknometri, dan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Hasil pengukuran menunjukkan kekeruhan air baku 17,2 NTU, dosis optimum PAC 20 mg/L, TSS air baku 40 mg/L, %TS, berat jenis, dan kadar alumunium lumpur accelator, lumpur sedimentasi, lumpur gabungan masing-masing sebesar 2,5412%, 6,9166%, 1,8104%; 1,0187 g/mL, 1,0355 g/mL, 1,0084 g/mL; dan 4.794 mg/L, 8.300 mg/L, 2.738 mg/L. Perbandingan antara kekeruhan terhadap TSS air baku, berat jenis lumpur, dan %TS lumpur, ketiganya sudah memenuhi range karakteristik lumpur berdasarkan literatur. Kadar alumunium yang cukup tinggi menunjukkan diperlukannya peraturan mengenai effluent lumpur IPA. Dosis optimum PAC sebesar 20 mg/L menunjukkan bahwa air backwash dapat di-reuse ke dalam air baku.

Kata kunci: air baku, lumpur, dasar perencanaan IPL

ABSTRACT

Because of the Badak Singa WTP sludge disposal directly to the Cikapundung River, it is necessary to manufacture Sludge Treatment Plant (IPL) in order to reduce the risk of pollution and silting of the river. For basic planning of IPL, required measurement of turbidity of raw water, the optimum dosage of PAC on the mixing of raw water & backwash, Total Suspended Solid (TSS) of raw water, %Total Solid (TS) of sludge, %Volatile Solid (VS) of sludge, sludge density, and aluminum total of sludge. The measurement method that used are nephelometric, jar-test, gravimetric, pycnometric, and Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). turbidity of raw water is 17.2 NTU, PAC dose 20 mg/L, TSS of raw water 40 mg/L, %TS, density, and aluminum levels of accelator, sedimentation, combined sludge are respectively 2,5412%, 6,9166%, 1,8104%; 1,0187 g/mL, 1,0355 g/mL, 1,0084 g/mL; and 4.794 mg/L, 8.300 mg/L, 2.738 mg/L. Comparison between turbidity toward TSS of raw water, sludge density, and %TS of sludge, already meet a range of sludge characteristic based on the literature. Fairly high levels of aluminum indicates a need for regulation of effluent IPA sludge. The optimum dose of PAC 20 mg/L indicates that the backwash water can be reused into the raw water.

Key words: raw water, sludge, basics planning of IPL

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan pertumbuhan penduduk, kebutuhan air bersih untuk keperluan rumah tangga semakin meningkat. Instalasi Pengolahan Air (IPA) Badak Singa Bandung merupakan salah satu Instansi Pemerintah dalam bidang penyedia jasa air bersih bagi kebutuhan masyarakat di Kota Bandung. Proses pengolahan air baku menjadi air bersih akan menghasilkan limbah utama berupa lumpur dari berbagai unit produksinya. Seperti halnya kebanyakan perusahaan penyedia layanan air bersih di Indonesia, lumpur yang dihasilkan IPA Badak Singa selama ini dibuang langsung ke sungai, yaitu dalam hal ini Sungai Cikapundung. Hal ini bertentangan dengan Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) dimana pada Pasal 9 ayat 3 disebutkan, bahwa limbah akhir dari proses pengolahan wajib diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke sumber air baku dan daerah terbuka.

Kegiatan pembuangan lumpur secara langsung ke sungai tentu merupakan tindakan pencemaran lingkungan, khususnya terhadap penurunan kualitas Sungai Cikapundung. Kegiatan tersebut sangat bertentangan dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 18 Tahun 2007 tentang Penyelenggaraan SPAM pada Pasal 35 ayat 2, yang secara tegas memerintahkan pengelola SPAM untuk melakukan perlindungan terhadap sumber air baku. Oleh karena itu, dibutuhkan instalasi pengolahan lumpur untuk mengolah lumpur dari unit-unit pengolahan di IPA Badak Singa, agar lumpur tersebut tidak dibuang ke sungai, sehingga dapat mengurangi resiko terjadinya pencemaran dan pendangkalan Sungai Cikapundung.

Untuk membuat perencanaan instalasi pengolahan lumpur tersebut, maka perlu dilakukan pemeriksaan kualitas air dan lumpur sebagai dasar perencanaan instalasi pengolahan lumpur IPA Badak Singa. Adapun air yang diukur kualitasnya adalah air baku, air pada setiap unit pengolahan, dan air *backwash*, sedangkan lumpur yang diukur berasal dari unit sedimentasi, unit *accelerator*, dan *manhole*. Parameter yang diukur adalah kekeruhan untuk sampel air; kekeruhan dan jar-test untuk sampel air *backwash*; *Total Solid (TS)*, *Fixed Solid (FS)*, *Volatile Solid (VS)*, *Total Suspended Solid (TSS)*, *Specific Gravity*, dan Alumunium Total untuk sampel lumpur.

2. METODE PENGUKURAN KUALITAS AIR DAN LUMPUR

Waktu dan Tempat Penelitian

Pengukuran ini dilakukan di Laboratorium Lingkungan Institut Teknologi Nasional, sedangkan sampel yang diambil berasal dari IPA Badak Singa PDAM Tirtawening Bandung. Pengukuran ini berlangsung dari 27 Mei 2014 sampai 10 Juni 2014.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada pengukuran ini menggunakan sampel sesaat (*grab sample*). Sampel sesaat (*grab sample*) merupakan sampel yang mewakili keadaan air pada suatu saat dari suatu tempat. Apabila suatu sumber air mempunyai karakteristik yang tidak banyak berubah di dalam suatu periode atau di dalam batas jarak waktu tertentu, maka contoh sesaat tersebut cukup mewakili keadaan waktu dan tempat tersebut. Prosedur pengambilan sampel pada pengukuran ini mengacu pada Hadi (2005), yang meliputi pewadahan sampel, selang waktu antara sampling dan analisa, dan pengawetan sampel jika diperlukan.

Alat dan Bahan

Peralatan laboratorium yang digunakan adalah gelas kimia 250 mL dan 1000 mL, gelas ukur 100 mL, pipet 10 mL, pipet *filler*, cawan petri, spatula, *magnetic stirrer*, tang *crucible*, cawan penguap, kertas saring *Wattman 42*, corong, dan tabung piknometer volume 50 mL dengan berat kosong 39,5323 g. Sedangkan instrumen yang digunakan adalah Turbidimeter *La Motte LTC WE-3000*, *Jar-Test Velp Scientifica*, *water bath*, Oven *Memmert 105°C*, *Furnace 600°C*, Neraca Analitik *Mettler Toledo*, desikator, dan *hot plate stirrer Thermolite*. Bahan kimia yang digunakan adalah larutan *Polyaluminium Chloride* (PAC) 1% dan aquades.

Tabel 1. Metode Pengukuran Karakteristik Sampel

Parameter	Satuan	Metode
Kekeruhan	NTU	Nefelometri (SMWW-2130-B)
Koagulasi-Flokulasi	mg/L	<i>Jar-test</i> (SNI 19-6449-2000)
<i>Total Solid</i> (TS)	%	Gravimetri (SMWW-2540-B)
<i>Fixed Solid</i> (FS)	%	Gravimetri (SMWW-2540-B)
<i>Volatile Solid</i> (VS)	%	Gravimetri (SMWW-2540-B)
<i>Total Suspended Solid</i> (TSS)	mg/L	Gravimetri (SMWW-2540-D)
<i>Specific Gravity</i>	g/mL	Piknometri (SMWW-2710-F)
Alumunium Total	mg/L	SSA (SNI 6989.34:2009)

Sumber: *Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater (SMWW) 21st Edition, 2005*; dan *Standar Nasional Indonesia (SNI)*

Penetapan Dosis Koagulan

Penetapan dosis koagulan ditetapkan dengan alat *jar-test* yang dilengkapi dengan pengaduk dan kedalamnya ditambahkan larutan PAC 1% sebagai koagulan secara tetap. PAC 1% merupakan konsentrasi koagulan yang digunakan oleh IPA Badak Singa. Dosis PAC yang digunakan bertingkat mulai dari 2 mL, 3 mL, 4 mL, 5 mL, 6 mL, dan 7 mL, sehingga dosis PAC dalam sampel adalah 20, 30, 40, 50, 60, 70 mg/L (*ppm*). Dosis ini ditetapkan berdasarkan: (1) merupakan dosis rata-rata yang digunakan oleh IPA Badak Singa, (2) Hendrawati (2007), Kusumawardhani (2013), dan Rifa'i (2007) juga menyebutkan dosis PAC dengan *range* nilai yang hampir sama. Sesuai dengan metode *jar-test* yang disebutkan pada Tabel 1, maka untuk proses koagulasi dilakukan pengadukan dengan kecepatan 120 *rpm* selama 1 menit. Kemudian untuk proses flokulasi, pengadukan diturunkan menjadi 60 *rpm* selama 5 menit, kemudian dilanjutkan menjadi 45 *rpm* selama 5 menit, dan selanjutnya 30 *rpm* selama 5 menit. Setelah pengadukan selesai, tabung dibiarkan selama 15 menit untuk pengendapan flok-flok yang sudah terbentuk, selanjutnya kekeruhan setelah *jar-test* pada setiap tabung diukur (SNI 19-6449-2000).

Pengukuran Kekeruhan

Pengukuran kekeruhan dilakukan dengan menggunakan Turbidimeter *La Motte* dengan cara mengukur derajat kekeruhan menggunakan *kuvet*, dan nilainya diperoleh dalam satuan NTU (SMWW-2130-B).

Pengukuran *Total, Fixed, dan Volatile Solid*

Pengukuran *Total, Fixed, dan Volatile Solid* dilakukan berdasarkan penimbangan berat (gravimetri) dalam sampel *semisolid*. Sampel *semisolid* yang digunakan sebanyak 25 gr. Penentuan *total solid* dilakukan dengan cara pengisatan pada *water bath* dan pemanasan pada oven 105°C selama 1 jam, kemudian didinginkan di dalam desikator, dan ditimbang sampai dengan konstan (perubahan berat kurang dari 4%). Sedangkan penentuan *fixed* dan *volatile solid* dilakukan dengan melanjutkan pemanasan sampel yang digunakan pada proses *total solid*, pada 600°C selama 1 jam, kemudian didinginkan di dalam desikator, dan ditimbang sampai dengan konstan. Jika hasil penimbangan berat yang diperoleh belum

konstan, maka tahapan pemanasan, pendinginan dalam desikator, dan penimbangan diulang lagi sampai perubahan berat kurang dari 4% (SMWW-2540-B).

Pengukuran *Total Suspended Solid*

Pengukuran *Total Suspended Solid* dilakukan berdasarkan penimbangan berat (gravimetri) dalam sampel *liquid* (cair). Sampel yang digunakan adalah 50 mL air baku. Penentuan solid dilakukan dengan cara penyaringan menggunakan kertas saring *Wattman 42*, kemudian dilakukan pemanasan kertas saring yang sudah mengandung residu pada oven 105°C selama 1 jam, selanjutnya didinginkan di dalam desikator, dan terakhir dilakukan penimbangan (SMWW-2540-D).

Pengukuran *Specific Gravity*

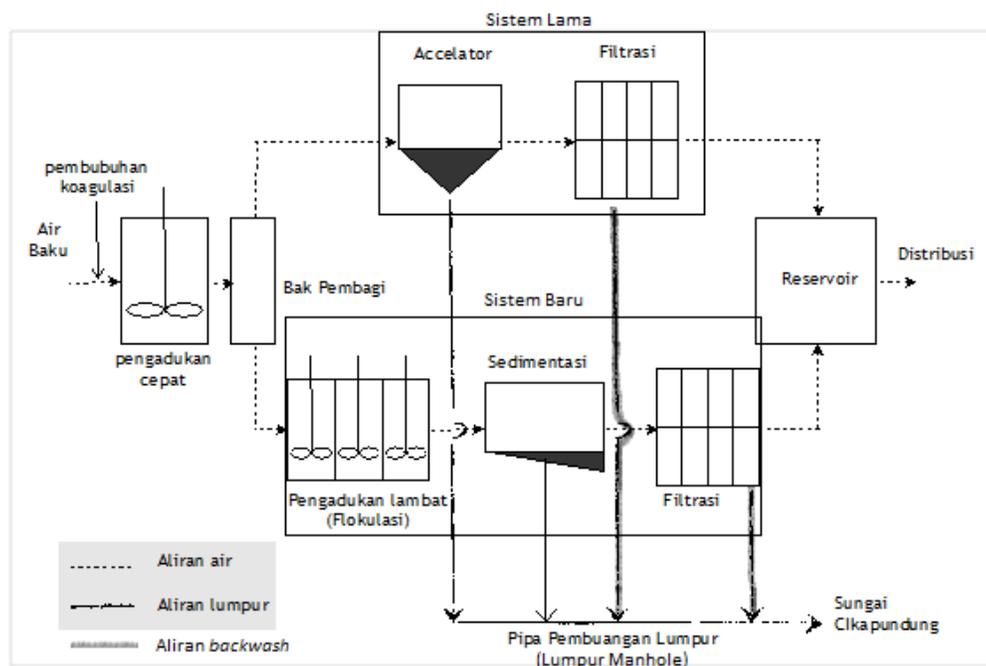
Pengukuran *specific gravity* (berat jenis) lumpur dilakukan menggunakan tabung piknometer dengan volume 25 mL, dengan cara menghitung berat kosong tabung piknometer, kemudian menimbang berat tabung piknometer yang sudah terisi sampel (SMWW-2710-F).

Pengukuran Aluminium Total

Senyawa aluminium dalam sampel didestruksi dalam suasana asam sampai terlarut seluruhnya, kemudian diukur kadarnya dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) secara langsung (SNI 6989.34:2009).

3. ISI

IPA Badak Singa merupakan salah satu unit produksi PDAM Tirtawening, dengan kapasitas produksi terbesar yaitu 1.800 L/detik, yang menggunakan 2 sistem instalasi (Gambar 1). Instalasi sistem lama dibangun sekitar tahun 1954, dengan kapasitas rancangan sebesar 1000 L/detik. Sedangkan instalasi sistem baru dibangun pada tahun 1990, dengan kapasitas rancangan sebesar 800 L/detik.



Gambar 1. Skema Proses Pengolahan Air Minum IPA Badak Singa

Tabel 2. *Specific Gravity* (Berat Jenis) Lumpur

Sampel	Berat piknometer + sampel (g)			Berat sampel (g)			Berat jenis (g/mL)			Rata-rata (g/mL)
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
L1	90,4662	90,4696	90,4662	50,9339	50,9373	50,9339	1,0187	1,0188	1,0187	1,0187
L2	91,2542	91,3362	91,3370	51,7219	51,8039	51,8047	1,0344	1,0361	1,0361	1,0355
L3	89,7873	90,0431	90,0335	50,2550	50,5108	50,5012	1,0051	1,0102	1,0100	1,0084

Sumber : Perhitungan, 2014

Ket : L1= lumpur accelerator; L2=lumpur sedimentasi; L3=lumpur manhole (gabungan)

Pengukuran dilakukan pada kondisi temperatur sampel 26°C. Berdasarkan Tabel 2, diperoleh berat jenis lumpur *accelerator* 1,0187 g/mL, lumpur sedimentasi 1,0355 g/mL, dan lumpur gabungan 1,0084 g/mL. Menurut Qasim (1985), berat jenis lumpur untuk tipe *primary sludge* berkisar antara 1,01-1,03 g/mL. Hal ini menunjukkan bahwa hasil pengukuran yang diperoleh telah sesuai dengan berat jenis lumpur pada umumnya. Pengukuran berat jenis ini diperlukan untuk perhitungan volume lumpur.

Tabel 3. *Total Suspended Solid* (TSS) Air Baku

No. filter	Berat filter (g)	No. Cawan	Berat cawan kosong (g)	Berat cawan + filter (g)	Berat filter + residu (g)	TSS (g/L)	TSS (mg/L)	Rata-rata (mg/L)
1	0,9210	A	56,8562	57,7789	0,9227	0,034	34	40
2	0,9078	B	46,3767	47,2868	0,9101	0,046	46	

Sumber: Perhitungan, 2014

Pengukuran TSS air baku diperlukan untuk perhitungan berat lumpur yang akan diolah dalam perencanaan ini. Selain itu, pengukuran TSS air baku ini juga bertujuan untuk membandingkan besaran nilai TSS antara pengukuran yang dilakukan di laboratorium dengan nilai TSS yang diperoleh berdasarkan rumus hubungan TSS-Kekeruhan. Berdasarkan Cornwell (1987), $TSS = (0,7-2,2) \times NTU$. Jika nilai TSS air baku (Tabel 3) yaitu 40 mg/L dan nilai kekeruhan air baku (Tabel 4) yaitu 17,2 NTU dihubungkan ke dalam rumus tersebut, maka diperoleh *range* sebesar 2,3. Nilai *range* sebesar 2,3 ini dianggap masih dapat diterima berdasarkan Cornwell (0,7-2,2), karena hanya memiliki rentang kesalahan sebesar 4,5%. Menurut Richardson (1982), besarnya tingkat kepercayaan ditentukan 95%. Hal ini berarti *%error* (rentang kesalahan) yang terjadi tidak lebih dari 5% dari data yang ada. Oleh karena itu, untuk perhitungan berat lumpur, TSS yang digunakan adalah nilai TSS berdasarkan hasil pengukuran di laboratorium.

Tabel 4. Kekeruhan Air dan *Backwash*

Sampel	Kekeruhan (NTU)			Rata-rata (NTU)
	1	2	3	
Sampel air				
A1 (Air baku)	17,5	17,0	17,1	17,2
A2 (koagulasi) dengan PAC)	20,6	20,0	19,9	20,17
A3 (Setelah <i>accelerator</i> → filter lama)	2,06	1,98	2,10	2,05
A4 (Setelah filter lama)	0,13	0,14	0,17	0,15
A5 (setelah flokulasi <i>baffle</i> → sedimentasi)	19,3	19,2	19,6	19,37
A6 (Setelah sedimentasi → filter baru)	0,86	0,83	0,80	0,83
A7 (Setelah filter baru)	0,12	0,11	0,11	0,11
A8 (koagulasi tanpa PAC)	18,2	18,1	18,2	18,17
Sampel air <i>backwash</i>				
B1 (<i>backwash</i> lama)	428,5	431,5	433,5	431,2
B2 (<i>backwash</i> baru)	543	538,5	538,5	540

Sumber: Perhitungan, 2014

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa nilai kekeruhan pada air hasil filter lama (A4) & air hasil filter baru (A7) sudah memenuhi standar kualitas air minum sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan No. 492/Menkes/Per/IV/2010, yaitu kadar maksimum kekeruhan sebesar 5 NTU. Hal ini dapat dilihat dengan diperolehnya kekeruhan air setelah unit filtrasi sistem lama sebesar 0,15 NTU, dan setelah unit filtrasi sistem baru sebesar 0,11 NTU, bahkan setelah unit sedimentasi kekeruhannya sudah mencapai 0,83 NTU dan setelah unit *accelerator* 2,05 NTU. Kekeruhan air setelah proses filtrasi pada *filter* lama lebih besar dibandingkan dengan *filter* baru. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan lapisan media antara *filter* lama dan *filter* baru. *Filter* lama hanya menggunakan media pasir silika (*single-medium filter*), sedangkan *filter* baru terdiri dari 2 lapisan media (*dual-media filter*), yaitu pasir silika dan antrasit. *Dual-media filter* merupakan salah satu teknik untuk meningkatkan volume pori/ rongga dalam *filter*, dimana semakin besar volume rongga media maka kapasitas penyimpanan *solid* (padatan) dalam *filter* akan semakin banyak (Reynolds, 1982), sehingga air hasil proses filtrasi akan lebih jernih.

Dari Tabel 4 juga diperoleh kekeruhan air semakin meningkat setelah proses koagulasi, dimana kekeruhan air baku 17,2 NTU, kemudian pada proses koagulasi nilai kekeruhan menjadi 20,17 NTU. Hal ini disebabkan oleh adanya penambahan koagulan PAC. Untuk air *backwash*, diperoleh kekeruhan *backwash* dari *filter* lama lebih kecil dibandingkan kekeruhan *backwash* dari *filter* baru, yaitu 431,2 NTU < 540 NTU. Hal ini sesuai dengan kapasitas penyimpanan *solid* dalam rongga media pada *filter* baru yang lebih banyak, dibandingkan dengan kapasitas penyimpanan *solid* dalam rongga media pada *filter* lama. Semakin banyak *solid* yang tertangkap dalam rongga media filter, maka akan menyebabkan tingkat kekeruhan yang semakin tinggi pula ketika proses *backwash* filter dilakukan.

Tabel 5. Total Solid (TS), Fixed Solid (FS), dan Volatile Solid (VS) Lumpur

Sampel	TS (%)			TS Rata-rata (%)	FS (dari %TS)			FS Rata-rata (%)	VS (dari %TS)			VS Rata-rata (%)
	1	2	3		1	2	3		1	2	3	
L1	2,5283	2,5088	2,5412	2,5261	70,5223	72,9037	75,6710	73,0323	29,4777	27,0963	24,3290	27,8307
L2	6,8473	6,9182	6,9844	6,9166	76,4983	76,8827	69,6197	74,3336	23,5017	23,1173	30,3803	29,5816
L3	1,7982	1,8012	1,8319	1,8104	58,2852	86,7732	71,2171	72,0918	41,7148	13,2268	28,7829	28,7829

Sumber : Perhitungan, 2014

Ket : L1= lumpur *accelerator*; L2=lumpur sedimentasi; L3=lumpur manhole (gabungan)

Berdasarkan Qasim (1985), %solid *influent* lumpur untuk tipe *primary sludge* berkisar antara 1,0 - 7,0 %. Hal ini sudah sesuai dengan hasil pengukuran yang diperoleh. Berdasarkan Tabel 5, %solid atau %TS pada ketiga jenis sampel lumpur berada dalam *range* 1,0 - 7,0 %, yaitu 2,5261% untuk lumpur *accelerator*, 6,9166% untuk lumpur sedimentasi, dan 1,8104% untuk lumpur gabungan. %TS ini diperlukan untuk perhitungan volume lumpur dan unit pengolahan lumpur. Adapun data %VS akan berkaitan dengan dosis polimer yang digunakan dalam unit pengolahan lumpur. Berdasarkan D. Mamais, et al., (2008) diperoleh hubungan antara %VS dan dosis polimer, dimana semakin tinggi %VS, berarti *cake* tersebut akan semakin basah (lembab), sehingga semakin tinggi pula dosis polimer yang dibutuhkan untuk mengeringkan *cake* tersebut.

Tabel 6. Kadar Aluminium Total Lumpur

Aluminium Total (mg/L)		
L1	L2	L3
4.794	8.300	2.738

Sumber : Perhitungan, 2014

Ket : L1= lumpur *accelerator*; L2=lumpur sedimentasi; L3=lumpur manhole (gabungan)

Berdasarkan Tabel 6 diperoleh kadar alumunium pada lumpur *accelator* 4.794 mg/L, lumpur sedimentasi 8.300 mg/L, dan lumpur gabungan 2.738 mg/L. Jika dilihat dari kadar alumunium yang cukup tinggi tersebut, maka seharusnya lumpur tersebut tidak boleh dibuang ke sungai, seperti halnya yang dilakukan oleh IPA Badak Singa. Akan tetapi sampai dengan saat ini, belum terdapat satu peraturan pun mengenai kadar maksimum alumunium dalam *effluent* limbah yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan. Hasil penelitian ini memberikan justifikasi tentang sangat diperlukannya peraturan tersebut. Hal ini didasarkan atas sifat alumunium yang resisten dan umumnya tidak larut dalam keadaan pH netral (antara 6,0–8,0), di bawah asam (pH<6,0) atau alkali (pH>8,0) (Seiler,1994). Artinya, walaupun lumpur yang mengandung alumunium ini akan diolah melalui suatu instalasi/unit pengolahan lumpur, kandungan alumunium akan tetap ada di dalam *cake* lumpur hasil olahan, karena instalasi pengolahan lumpur yang direncanakan hanya mengolah sebatas parameter fisik saja.

Dampak paparan aluminium terhadap manusia dapat terjadi melalui makanan, pernapasan, dan kontak dengan kulit. Dampak apabila terkena kulit adalah tersumbatnya pori-pori kulit. Akibatnya, kulit tidak bisa mengeluarkan racun secara alami. Eksposur jangka panjang dan konsentrasi tinggi aluminium dapat mengakibatkan efek kesehatan yang serius, seperti kerusakan pada sistem saraf pusat, demensia, kehilangan memori, kelesuan, gemetar parah (Amazine.co,2014). Walaupun aluminium berbahaya jika terdapat dalam kadar tinggi di air minum (0,2 mg/L PerMenkes 492/2010), akan tetapi kadar aluminium ini dapat berfungsi sebagai dasar perencanaan unit pengolahan lumpur (Weir.P dalam Reynolds,1982).

Tabel 7. *Jar-test* untuk me-reuse *Backwash* ke Air Baku

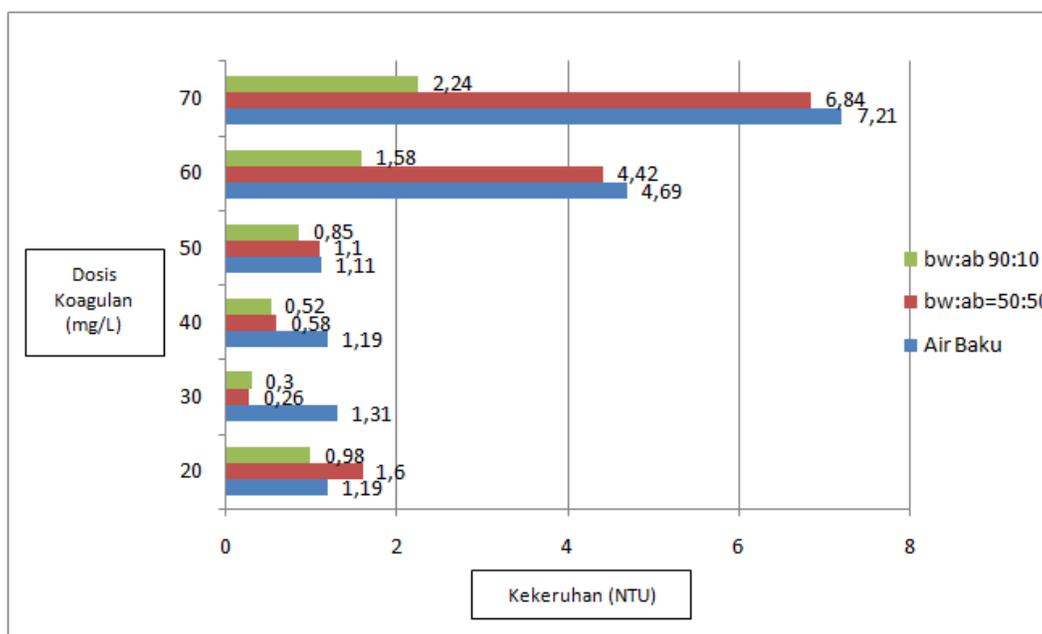
Sampel	Kekeruhan awal (NTU)	No. beaker glass	Dosis PAC (mg/L)	Kekeruhan setelah <i>jar-test</i> (NTU)
Air Baku (<i>Backwash</i> : Air Baku → 0:100)	85,5	1	20	1,19
		2	30	1,31
		3	40	1,19
		4	50	1,11
		5	60	4,69
		6	70	39,6
<i>Backwash</i> : Air Baku → 50:50	85,67	1	20	1,6
		2	30	0,26
		3	40	0,58
		4	50	1,10
		5	60	4,42
		6	70	6,84
<i>Backwash</i> : Air Baku → 90:10	331,17	1	20	0,98
		2	30	0,3
		3	40	0,52
		4	50	0,85
		5	60	1,58
		6	70	2,24

Sumber : Perhitungan, 2014

Dalam perencanaan ini, air *backwash* dari unit filtrasi tidak akan masuk ke dalam unit pengolahan lumpur melainkan akan di-reuse kembali ke dalam air baku. Hal ini dikarenakan agar beban unit pengolahan lumpur tidak terlalu besar. Pengukuran *jar-test* ini bertujuan untuk menjustifikasi bahwa dengan diresirkulasinya *backwash* ke dalam air baku tidak akan

menyebabkan bertambahnya dosis koagulan PAC yang biasa digunakan oleh IPA Badak Singa. Dosis PAC rata-rata yang digunakan oleh IPA Badak Singa pada bulan Januari-September 2013 adalah 30 mg/L dengan kekeruhan air baku rata-rata 51 NTU (Laporan Kualitas Air Baku PDAM Tirtawening, 2013).

Berdasarkan Tabel 7 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan kekeruhan antara kekeruhan air sebelum *jar-test* dengan kekeruhan air setelah *jar-test*. Penurunan nilai kekeruhan tersebut disebabkan oleh pengikatan partikel-partikel koloid dalam air oleh bahan kimia (koagulan) untuk menghasilkan flok-flok agar terbentuk endapan optimum. Endapan optimum adalah endapan yang dihasilkan tidak mengapung pada permukaan air (Reynolds,1982).



Gambar 2. Kekeruhan & Dosis Koagulan *Jar-test*

Sumber: Pengolahan data, 2014

Pada penelitian ini, dilakukan perbandingan *backwash* : air baku pada kondisi 0:100, 50:50, dan 90:10. Perbandingan tersebut dipilih agar dapat mewakili kondisi *reuse backwash* ke dalam air baku, baik ketika kondisi minimum, rata-rata, dan maksimum. Berdasarkan Tabel 7 dan Gambar 1 dapat dilihat baik untuk kondisi 0:100, 50:50, dan 90:10 didapatkan dosis optimum PAC sebesar 20 mg/L bahkan dengan kekeruhan campuran air baku dengan *backwash* sebesar 85,67 NTU dan 331,17 NTU. Pemilihan dosis optimum didasarkan atas nilai kekeruhan setelah *jar-test* ≤ 5 NTU (PerMenKes 492/2010) dengan dosis PAC yang seminimum mungkin.

Adapun jika dosis PAC yang digunakan adalah 30 mg/L (dosis rata-rata IPA Badak Singa), maka hal ini pun tidak akan mempengaruhi nilai kekeruhan air, karena kekeruhan air yang diperoleh pada dosis 30 mg/L pun masih memenuhi persyaratan PerMenKes.

4. KESIMPULAN

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa, berat jenis lumpur IPA Badak Singa yaitu lumpur *accelerator* 1,0187 g/mL, lumpur sedimentasi 1,0355 g/mL, dan lumpur gabungan 1,0084 g/mL, memenuhi berat jenis lumpur untuk tipe *primary sludge* yang berkisar antara 1,01-1,03 gr/mL (Qasim). Untuk parameter kekeruhan dan TSS air baku diperoleh 17,2 NTU dan 40 mg/L, sehingga nilai kedua parameter ini memenuhi *range* dalam persamaan antara TSS-Kekeruhan berdasarkan Cornwell dengan rentang kesalahan sebesar 4,5%. Kekeruhan air hasil pengolahan PDAM Tirtawening yang akan didistribusikan (setelah *filter* lama dan *filter* baru) sebesar 0,15 NTU dan 0,11 NTU, juga telah memenuhi kadar maksimum kekeruhan air sebesar 5 NTU berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 494/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Untuk parameter %TS lumpur, baik lumpur *accelerator* 2,5261%, lumpur sedimentasi 6,9166%, dan lumpur gabungan 1,8104%, seluruhnya memenuhi %*solid influent* lumpur untuk tipe *primary sludge* yang berkisar antara 1,0-7,0 %. Untuk parameter aluminium diperoleh kadar aluminium pada lumpur *accelerator* 4.794 mg/L, lumpur sedimentasi 8.300 mg/L, dan lumpur gabungan 2.738 mg/L. Kadar aluminium yang cukup tinggi ini memerlukan perhatian pemerintah agar membuat peraturan tentang kadar maksimum aluminium dalam *effluent* lumpur dari PDAM khususnya, maupun *effluent* limbah industri secara umum. Untuk hasil *jar-test* maka diperoleh hasil bahwa air *backwash* dapat di-*reuse* ke dalam air baku.

Berdasarkan seluruh hasil pengukuran ini, maka diperoleh dasar-dasar perencanaan yang akan digunakan dalam perencanaan instalasi pengolahan lumpur IPA Badak Singa, meliputi: (1) Kekeruhan air baku, TSS air baku, dosis optimum PAC untuk perhitungan berat lumpur, (2) %TS dan berat jenis lumpur untuk perhitungan volume lumpur; dan (3) %TS dan kadar aluminium untuk perhitungan unit pengolahan lumpur; (4) air *backwash* tidak termasuk ke dalam *influent* limbah yang akan diolah di perencanaan instalasi pengolahan lumpur, akan tetapi di-*reuse* ke dalam air baku, sehingga lumpur *influent* yang akan diolah pada perencanaan hanya berasal dari unit *accelerator* dan unit sedimentasi. *Reuse* air *backwash* ini akan mengurangi beban unit pengolahan lumpur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada IPA Badak Singa PDAM Tirtawening Bandung yang telah mengizinkan untuk melakukan penelitian dan bersedia memberikan data yang terkait dengan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- APHA–AWWA–WEF. (2005). *Standard Methods For The Examination od Water & Wastewater, 21st Edition*. Washington,DC: American Public Health Association.
- Cornwell, D.A, and G.P. Westeroff. (1987). *Management of Water Treatment Plant Sludge, Sludges and Its Ultimate Disposal*. Ann Arthor Scientific Publication, Ann Arbor, Michigan.
- D.Mamais, et al. (2008). *Evaluation of Different Sludge Mechanical Dewatering Technologies*. Liege, Belgium: European Conference on Sludge Management.
- Hadi, Anwar. (2005). *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hendrawati,dkk. (2007). *Penetapan Dosis Koagulan dan Flokulan Pada Proses Penjernihan Air Untuk Industri*. Jakarta: Jurusan Kimia FST-UIN Syarif Hidayatullah.

- Kusumawardani, D, dan Iqbal. R. (2013). *Evaluasi Performa Pengadukan Hidrolis sebagai Koagulator dan Flokulator Berdasarkan Hasil Jar Test*. Bandung: Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITB.
- PDAM Tirtawening. (2013). *Laporan (Log Book) Kualitas Air Baku IPA Badak Singa*. Bandung
- Peraturan Pemerintah No 16 Tahun 2005 tentang *Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM)*
- Peraturan Pemerintah No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang *Persyaratan Kualitas Air Minum*
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 18 Tahun 2007 tentang *Penyelenggaraan Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM)*
- Qasim, Syed R. (1985). *Wastewater Treatment Plants Planning, Design, and Operation*. New York, USA: CBS College Publishing.
- Reynolds, Tom D. (1982). *Unit Operations and Processes in Environment Engineering*. California: Brooks/Cole Engineering Division.
- Richardson. (1982). Dalam Andi Ulfa Tenri Pada (2012), *Generalisasi Validitas Dalam Penelitian*.
- Rifa'i, Joko. (2007). *Pemeriksaan Kualitas Air Bersih dengan Koagulan Alum dan PAC di IPA Jurug PDAM Kota Surakarta*. Surakarta: Jurusan Teknik Sipil FTSP Universitas Sebelas Maret.
- Seiler. (1994). Dalam Bab 2 Tinjauan Pustaka *Aluminium*, Universitas Sumatera Utara. (Diunduh tanggal 24 Juni 2014 pukul 21.34 WIB)
- SNI 19-6449-2000 tentang *Metode Pengujian Koagulasi- Flokulasi dengan Cara Jar-Test*
- SNI 6989.34:2009 tentang *Air dan air limbah – Bagian 34: Cara uji aluminium (Al) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)–nyala*
- "*Aluminium (Al): Fakta, Sifat, Kegunaan & Efek Kesehatannya*", <http://www.amazine.co/26472/aluminium-al-fakta-sifat-kegunaan-efekkesehatannya/> (Diunduh tanggal 24 Juni 2014 pukul 23.15 WIB)