

STATUS KUALITAS PERAIRAN WADUK SEI BALOI-BATAM DAN KELAYAKANNYA UNTUK BAHAN BAKU AIR MINUM

Yudhi Soetrisno Garno dan Ikhwanuddin Mawardi

Peneliti di Pusat Teknologi Lingkungan,
Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi

Abstract

Sei Baloi is a reservoir in the Batam Industrial Development Area (BIDA), which developed especially for source of drinking water. This research was conducted to know the water quality of Sei Baloi, and the suitability for the source of drinking water. This research revealed that the water of Sei Baloi can not directly used for drinking water due to concentrations of detergent, Cr, Cd and Pb were higher than the national standard for drinking water. Base on this result, it was suggested that the water of Sei Baloi need threatment for derease the above parameters

Key words: *Baloi, Batam, drinking water*

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pulau Batam yang terletak di kepulauan Riau adalah salah satu daerah di Indonesia yang ditetapkan sebagai "Bounded Warehouse Area".¹⁾ Berkenaan dengan status tersebut, daerah ini telah berkembang kegiatan-kegiatan: industri yang bertujuan untuk ekspor, alih kapal, perdagangan bebas, penimbunan barang untuk keperluan swasta dan pemerintah; pelabuhan laut dan udara untuk pendistribusian barang beserta penumpang domestik dan internasional, industri jasa kepariwisataan, industri pertanian/ perikanan dan fasilitas penunjang lainnya.

Aktivitas pembangunan tersebut dimasa kini dan datang akan sangat membutuhkan sumber air bersih yang sangat besar. Lemtek UI (1991) mem-

prediksikan pada tahun 1996, Otorita Pengembangan Daerah Industri Pulau Batam membutuhkan air bersih sebanyak 1.490,73 l/detik, dan pada tahun 2006 menjadi 3.916,76 l/detik²⁾

Kebutuhan air bersih yang sangat besar itu tidak mungkindipenuhi dari sumber air tanah di P. Batam; karena kondisi tanah pulau Batam relatif sulit untuk meresapkan air, sehingga air hujan yang jatuh banyak mengalir dipermukaan³⁾. Analisis geolistrik di beberapa tempat mengungkapkan bahwa sebagian air tanah di P. Batam sudah menjadi payau/asin dan sebagian lain telah terkontaminasi oleh air rawa. Daerah yang menghasilkan air tanah secara nyata saat ini adalah batu besar, yaitu daerah yang mempunyai susunan batuan berupa aluvium. Sumur penduduk di daerah ini rata-rata mempunyai kedalaman muka air tanah 2-3 m.

Menyadari kenyataan tersebut diatas maka untuk memenuhi kebutuhan air bersih yang dari waktu ke waktu meningkat terus, telah dibangun waduk-waduk untuk menampung air hujan; yang di P. Batam intensitas dan kuantitasnya cukup tinggi. Saat ini di P. Batam telah dibangun dan dioperasikan 6 buah waduk buatan, yakni Sei Mukakuning, Sei Ladi, Sei Harapan, Sei Nongsa, Sei Muka-Kuning dan Sei Duriangkang.¹⁾

Mengingat pentingnya peranan waduk pada penyediaan bahan baku air bersih di Batam maka status kualitas air dan kelayakannya untuk bahan baku air bersih harus diketahui.

1.2. Tujuan.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui status kualitas air waduk Sei Baloi, dan kelayakannya untuk bahan baku air bersih. Saat ini Air waduk telah digunakan untuk memenuhi sebagian kebutuhan wilayah Batu Ampar dan sekitarnya.

1.3. Manfaat hasil Penelitian

Hasil penelitian ini bermanfaat untuk:

- i) menjadi bahan pertimbangan bagi pengolah air dalam treatment air baku menjadi air bersih.
- ii) Data awal/pembandingan bagi evaluasi perubahan kualitas air waduk Sei Baloi setelah 1994.

2. METODOLOGI.

Pengambilan dan Analisis Sampel

Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan dengan cara mengambil sampel air di waduk Baloi, dari bulan Nopember 1993 sampai dengan Februari 1994. Pengambilan sampel dan pengukuran sifat fisik air dilakukan setiap 2 minggu

sekali Selama penelitian dilakukan 7 kali kegiatan lapangan yang terdiri dari pengamatan *in-situ* dan pengambilan sampel untuk analisis laboratorium. Pengamatan *in-situ* meliputi pengukuran temperatur udara, air, kekeruhan, salinitas dan pH. Temperatur udara diukur dengan termometer air raksa, sedangkan temperatur air, dan konduktivitas dengan SCT-meter.

Pengambilan sampel air untuk analisis laboratorium dilakukan dengan pipa PVC yang mempunyai panjang 3 m dan diameter 3 Cm. Pipa dimasukan (tegak lurus) . kedalaman badan air sampai mencapai kedalaman 2 meter. Setelah itu bagian atas dan ujung pralon di tutup/sumbat dengan karet, pipa diangkat dengan pelahan-lahan ke atas dan ujung bawah pipa di masukan ke dalam ember. Dengan membuka tutup karet maka air akan masuk kedalam ember

Tabel-1. Alat dan metode yang di gunakan untuk menganalisa sampel⁴⁾

.PARAMETER	UNIT	Metoda analisis
Suhu air	° C	elektrometri
Warna	PtCo	kolorimetrik
Bau-Rasa	Orgipto	organoleptik
DHL	Um/cm	Konduktifiti
Salinitas	0/00	Konduktifiti
Suspensi	mg/l	
Padatan		
Kekeruhan	NTU	Nephelometrik
pH		Elektrometrik
Alkalinitas	CaCO3	Titrimetrik
Kesedahan	m	Titrimetrik
Oksigen Terlarut	O2	lod-Winkler
B. O. D-5 hari	O2	Winkler
COD	O2	Titrimetrik
Bilangan Oksidasi	KMnO4	Oks-KMno ₄
Ammonium	NH4	Indo-blue
Nitrit	NO2	Spect.-Diazo
Nitrat	NO3	Brucinum
Sulfat	SO4	Spect-BaCl ₂
Ortho Posfat	PO4	
Silikat	SiO2	NA ₂ MoO ₄
Sulfida	H2S-S	Spect-NNDPD
Minyak-Lemak		Gravimetric
Detergen	MBAS	Methilenblue
Logam-berat		AAS

Dari ember tersebut, air yang mewakili kedalaman 0 m (permukaan) sampai 2 meter diambil 2 liter sebagai sampel. Sampel dibawa ke laboratorium TPLH-OPDIP Batam. Di laboratorium air sampel diukur sifat fisik dan kemudian dibagi menjadi 2 bagian. Satu bagian digunakan untuk mengukur parameter kimia yang bisa diukur di laboratorium TPLH-Batam seperti BOD, COD, fosfat, ammonium, nitrit, nitrat dan lainnya; sedangkan bagian lainnya dibawa ke laboratorium Biotrop-Bogor untuk analisa logam berat. Untuk lebih jelasnya maka metode pengukuran dilapangan dan analisis di laboratorium tersebut disajikan pada tabel-1⁴⁾

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis air wauk Sei Baloi selama penelitian disajikan pada tabel-2. Sesuai tujuan dilakukannya penelitian ini, yakni untuk mengetahui status dan kelayakannya sebagai bahan baku air minum maka hasil tersebut dibahas dengan ketentuan baku mutu air minum yang ada dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (PPRI) No.82 tahun 2001 tentang Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air⁵⁾

Berdasarkan PPRI No 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan kualitas air dan pencemaran air, sumber air dikelompokkan kedalam 4 Kelas, yaitu

- i) Kelas 1, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku yang secara langsung air minum tanpa pengolahan lebih dahulu
- ii) Kelas 2, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga.
- iii) Kelas 3, yaitu air untuk keperluan perikanan dan peternakan
- iv) Kelas 4, yaitu air untuk keperluan pertanian, dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri, listrik tenaga air

Setiap Kelas sumber air tersebut mempunyai karakteristik sendiri-sendiri, namun karena Kelas 1 dan 2 ditujukan langsung dengan kebutuhan primer manusia maka Kelas1 dan 2 lebih ketat daripada Kelas lainnya, khususnya pada parameter-parameter logam berat

3.1. Parameter Fisik

Selama penelitian ini dilakukan suhu udara dan air berfluktuasi pada kisaran yang sempit. Suhu udara berfluktuasi antara 28-31°C sedangkan suhu air berkisar antara 28-29,5 °C. Kisaran tersebut, baik di udara maupun di air adalah kisaran yang wajar dan normal terjadi di daerah tropis. Demikian juga perbedaan suhu air dan udara pada saat yang sama; yang berbeda maksimum 3°C adalah angka yang normal menurut PPRI No.82 tahun 2001

Selain memiliki suhu yang normal, air W.S. Baloi juga memiliki bau yang normal sehingga layak dijadikan bahan baku untuk air minum. Warna air waduk Sei Baloi selama penelitian ber-fluasi pada kisaran antara 0,2-102 PtCo. Kisaran tersebut mengisaratkan bahwa warna air W.S. Baloi pernah meliwati batas maksimum yang diperkenankan oleh baku mutu air yang berlaku yakni 15 PtCo.

Fenomena tersebut terjadi pada pengamatan pertama dan kedua, yang berturut-turut menghasilkan nilai 102 dan 18,38 PtCo. Hal ini mengisaratkan bahwa air W.S. Baloi berdasarkan warnanya tidak layak untuk langsung diminum, dan untuk itu perlu pengolahan. Warna bisa ditimbulkan oleh bahan-bahan terlarut dan tersuspensi. Tabel-2 menunjukkan bahwa padatan terlarut yang hanya diukur 2 kali mempunyai nilai tertinggi 126 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa air W.S. Baloi belum banyak menampung buangan yang mengandung senyawa-senyawa organik dan anorganik

yang larut air. Nilai tertinggi tersebut masih jauh dibawah baku mutu yang ditentukan untuk Kelas 1 yakni 1000 mg/l; yang berarti air W.S. Baloi tidak bermasalah untuk dijadikan bahan baku air minum. Selain padatan tersuspensi yang relatif rendah, air W.S. Baloi juga mempunyai kandungan padatan tersuspensi yang rendah pula, yakni berkisar antara 3-24,3 mg/l.

Meskipun memiliki padatan terlarut dan tersuspensi yang berada dibawah baku mutu air Kelas 1, namun tabel-2 menunjukkan bahwa selama penelitian kekeruhan air W.S. Baloi berfluktuasi pada kisaran 0,23-51,0 mg/l SiO₂, yang mengisaratkan bahwa air W.S. Baloi mempunyai kekeruhan yang lebih tinggi dari baku mutu air yang ditentukan untuk Kelas 1 yakni 5 mg/l SiO₂.

Tabel-2. Hasil analisis parameter fisik dan kimia pada air contoh dari waduk Sei Baloi

Parameter	unit	Sampling pada bulan dan minggu ke-								Maks	PPRI 82/2001	
		Nop.		Desember		Januari		Februri			1	2
		III	I	III	I	III	I	III				
Suhu udara	0 C	28	31	31	29	30	31	29	31			
Suhu air	0 C	28.5	29	28	28	28	29.5	28	29.5	+3 °C	N	
Bau-Rasa	Orgiplo	Norm.	Norm.	Norm.	Norm.	Norm.	Norm.	Norm.		t.b	-	
Warna	PtCo	102	18.4	3.5	3.5	0.2	0.2	3.5	102	15	-	
Padatan Terlarut	mg/l	-	126	3	-	-	-	-	126	1000	1000	
Suspensi Padatan	mg/l	13.5	24.3	19.6	3	16.6	1.6	19.2	24.3	50	50	
Kekeruhan		11.8	3.3	4.5	0.23	9.3	7.2	51	51	5	-	
DHL	Jmhs/cm	35	25	39	20	25	30	38	39	-	-	
pH		6.04	6.3	6.15	6.3	6.7	6.2	7	7	6,5-8,5	5 - 9	
Co2-Bebas	CO2	2.69	2.49	0.87	0.71	1.795	nil	3.11	3.11	-	-	
Alkalinitas	CaCO3	1.476	2.32	1.55	2.62	8.48	30.84	5.05	34.54	-	-	
Kesadahan	CaCo3	3.88	1.97	3.94	3.9	50.16	196	9.54	196	500	-	
O2 Terlarut	O2	6.2	6.3	6.6	6.7	6.6	6.8	6.7	7.64	6	4	
B. O. D-5	O2	0.48	0.63	0.71	1.76	1.42	1.52	2.49	2.49	2	3	
COD	O2	4.37	17.74	9.02	11.83	19.06	15.66	7.01	19.06	10	25	
Bil. Oksidasi	KMnO4	21	11	28	11	21	1	55	55.3		-	
Amoniak bebas	NH3	0.085	0.051	0.07	0.015	0.056	0.087	0.057	0.097	0,50	-	
Nitrit	NO2	0.01	0.001	0	0.003	0.002	0.001	0.004	0.01	0,06	0,06	
Nitrat	NO3	0.03	0.001	0	0.001	0.103	0.255	0.259	0.286	10	10	
Sulfat	SO4	2.793	0.622	0.001	0.001	0.751	0.132	2.999	2.999	400	400	
Ortho Posfat	PO4	0.058	0.038	0.03	0.257	0.09	0.003	0.118	0.257	0,2	0,2	
Silikat	SiO2	1.475	3.582	2.78	1.45	4.352	0.846	0.025	4.352	-	-	
Sulfida	H2S-S	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0,050	0,1	
Detergen	MBAS	0.355	0.223	0.63	0.034	0.245	0.058	0.045	0.63	0,200	0,200	
Magnesium	Mg	0.605	0.425	0.353	0.343	2.792	0.745	7.681	7.681	(30)	(150)	
Besi	Fe	0.054	0.051	0.088	0.094	0.065	0.094	0.001	0.96	0,3	0,5	
Calsium	Ca	0.454	0.505	0.58	0.568	1.635	0.95	0.001	1.635	(75)	(200)	
Seng	Zn	0.031	0.018	0.023	0.024	0.031	0.001	0.001	0.031	5	5	
Mangan	Mn	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0,1	0,5	
Tembaga	Cu	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.054	0.001	0.06	0,02	0,02	
Kromium	Cr	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.174	0.084	0.195	0,05	0,05	
Kadmium	Cd	0.012	0.019	0.012	0.011	0.013	0.009	0.001	0.019	0,01	0,01	
Timbal	Pb	0.015	0.001	0.013	0.01	0.011	0.211	0.005	0.236	0,03	0,03	

Keterangan:

Mak = nilai maksimal. 1 = Air golongan. 1; 2 = Air golongan 2

PPRI 82/2001 = Peraturan Pemerintah No 82 th. 2001 tentang Pengelolaan kualitas air dan Pengendalian Pencemaran Air

3.2 Parameter Kimia Non-Logam

Tabel-2 menunjukkan bahwa pH air W.S. Baloi relatif stabil berkisar antara 6,04-7,0. Kisaran nilai ini masih dalam lingkup nilai baku mutu yang disarakan untuk Kelas A, sehingga untuk bahan baku air minum air W.S. Baloi tidak mempunyai masalah pH. Parameter kimia lain adalah CO₂-bebas yang mempunyai nilai berkisar antara nol-3,11 mgCO₂/l; alkalinitas antara 1,48-30,8 mgCaCO₃/l, dan kesadahan antara 1,97-196 mg CaCO₃/l. Untuk menjadikan air W.S. Baloi bahan baku air minum kandungan CO₂-bebas dan alkalinitas ada tidak jadi masalah karena dalam baku mutu air tidak ditentukan konsentrasi maksimum. Sedangkan kesadahan meskipun fluktuasinya cukup besar namun nilai maksimumnya yang hanya 30,8 mg CaCO₃/l masih dibawah nilai baku mutu yang berlaku. Dengan demikian maka berdasarkan kesadahan nya W.S Baloi layak dijadikan bahan baku air minum.

Kandungan oksigen terlarut dalam air W.S. Baloi berkisar antara 6,2-6,8 mgO₂/l; ini mengisaratkan bahwa kehidupan dalam perairan W.S. Baloi masih berjalan normal, dan rendahnya pencemar organik yang harus diuraikan. Pernyataan ini diperkuat dengan rendahnya nilai BOD-5 air W.S. Baloi yang hanya berkisar antara 0,48-2,48 mgO₂/l; dan nilai COD pada kisaran antara 4,37-19,06 mgO₂/l.

Selanjutnya untuk nitrogen, Tabel-2 menunjukkan bahwa amoniak-bebas dalam air W.S. Baloi berfluktuasi pada kisaran antara 0,015-0,087 mgN/l; nitrit-N berkisar antara 0,001-0,01 mgN/l dan nitrat-N berkisar antara 0-0,259 mgN/l. Dibandingkan dengan baku mutu yang berlaku, ketiga bentuk nitrogen tersebut masih lebih kecil daripada konsentrasi maksimum yang ditentukan untuk bahan baku air minum Kelas 1. Rendahnya kandungan nitrogen tersebut

juga ikut mengisaratkan bahwa pencemaran organik di perairan W.S. Baloi memang masih rendah, sehingga hasil degradasinya dalam bentuk senyawa senyawa nitrogen masih rendah. Penilaian tersebut didukung juga dengan hasil degradasi organik lain yakni sulfat dan sulfida. Selama penelitian, konsentrasi sulfat berfluktuasi pada kisaran antara 0,001-2,99 mgSO₄/l, sedangkan sulfida stabil pada konsentrasi 0,001 mgS/l. Dibandingkan dengan baku mutu yang berlaku, baik sulfat maupun sulfida masih jauh lebih kecil daripada konsentrasi maksimum untuk Kelas 1; yang berarti tidak menjadi masalah jika air W.S. Baloi dijadikan bahan baku air minum.

Selama penelitian dilakukan kandungan deterjen di W.S. Baloi berkisar antara 0,045-0,63 MBAS. Kisaran ini menunjukkan bahwa air W.S Baloi pernah mengalami konsentrasi lebih besar dari konsentrasi yang diijinkan oleh baku mutu air Kelas 1 dalam PPRI No.82 tahun 2001 tentang Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran ai, yakni 0,2 ppm MBAS. Dengan demikian maka berdasarkan kandungan deterjennya, air W.S. Baloi tidak dapat dimanfaatkan langsung untuk air minum. Tingginya kandungan deterjen ini diduga karena beberapa tepian W.S. Baloi digunakan masyarakat sekitarnya untuk tempat mencuci dan mandi.

3.3. Parameter Logam

Parameter logam yang diukur pada penelitian ini adalah Magnesium (Mg), Besi (Fe), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), Khromium (Cr), Seng (Zn), Kadmium (Cd). dan Timbal (Pb). Diantara logam-logam tersebut terdapat logam-logam berat yang keberadaannya dalam air dapat membahayakan kesehatan manusia, sehingga batas konsentrasi maksimum yang diijinkan berada dalam air pun sangat kecil.

Sebagai contoh kadmium (Cd) dengan batas maksimum yang diijinkan sebesar 0,01 mg/l dan timbal (Pb) sebesar 0,03 mg/l.

Magnesium (Mg) dan kalsium (Ca) adalah elemen penentu kesadahan air. Makin tinggi konsentrasi kedua elemen tersebut air makin sadah, yang dapat mempercepat korosi pada alat-alat yang terbuat dari besi dan mengakibatkan sabun kurang berbusa. Selama penelitian Mg berfluktuasi pada kisaran antara 0,343-7,761 mg Mg/l; sedangkan Ca berfluktuasi antara 0,454-1,635 mg Ca/l. Dalam PPRI No.82 tahun 2001 tentang Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air kedua elemen tersebut tidak diatur konsentrasi maksimumnya. Namun pada Keputusan Menteri Negara. Kependudukan dan Lingkungan Hidup No.: Kep-02/MEKLH/I/1988 tentang Bakumutu Lingkungan ditetapkan bahwa konsentrasi maksimum yang dianjurkan dalam air Kelas 1 untuk magnesium adalah sebesar 30 mg Mg/l dan untuk kalsium sebesar 74 mg Ca/l. Hal ini mengisaratkan bahwa air W.S. Baloi dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku air minum.

Selain Mg dan Ca; konsentrasi seng (Zn) dan besi (Fe) juga berada dibawah baku mutu yang berlaku. Selama penelitian, konsentrasi seng berfluktuasi pada kisaran 0,001-0,031 mg Zn/l, sedangkan besi (Fe) pada kisaran antara 0,001-0,096 mg Fe/l. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 tahun 2001 tentang Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, konsentrasi yang diijinkan berada dalam air yang siap diminum (Kelas 1) untuk Zn adalah 5 mg Zn/l, sedangkan untuk Fe adalah 0,30 mg Fe/l. Dengan demikian maka keberadaan kedua logam tersebut dalam air W.S. Baloi masih jauh lebih kecil dari batas maksimum yang diijinkan baku mutu yang berlaku, dan karenanya

memenuhi sarat untuk bahan baku air minum.

Selanjutnya adalah fluktuasi dari konsentrasi Mn, Cu, Cr, Cd dan Pb; yaitu logam-logam berat yang keberadaannya dalam air dapat membahayakan kesehatan manusia. Tabel-2 menunjukkan bahwa selama penelitian, konsentrasi mangan tetap pada 0,001 mg Mn/l; tembaga berfluktuasi pada kisaran 0,001-0,064 mg Cu/l; kromium pada kisaran 0,001-0,174 mg Cr/l; kadmium pada kisaran 0,001-0,019 mg Cd/l; dan timbal pada kisaran 0,001-0,211 mg Pb/l. Untuk keperluan air minum yang siap pakai (Baku mutu air Kelas 1), Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 tahun 2001 tentang Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, memberikan batas konsentrasi maksimum sebesar 0,1 mg Mn/l untuk mangan; sebesar 0,02 mg Cu/l untuk tembaga; sebesar 0,05 mg Cr/l untuk kromium; sebesar 0,01 mg Cd/l untuk kadmium; dan 0,03 mg Pb/l untuk timbal. Mencermati uraian tersebut maka terungkap bahwa keberadaan logam-logam berat mangan dan tembaga masih dalam konsentrasi yang diijinkan, sedangkan kromium, kadmium dan timbal ada dalam konsentrasi yang tidak diijinkan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Mencermati pembahasan hasil analisis air W.S. Baloi tersebut diatas maka dapat disimpulkan bahwa air W.S. Baloi tidak dapat dimanfaatkan secara langsung karena beberapa parameter mempunyai konsentrasi lebih besar daripada konsentrasi maksimum mutu air Kelas 1 yang ditentukan dalam pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 tahun 2001 tentang Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.

Parameter-parameter tersebut adalah deterjen, kromium, kadmium dan timbal. Meskipun tidak memenuhi persyaratan Kelas 1, namun air W.S. Baloi sangat memenuhi persyaratan baku mutu air Kelas 2, sehingga dapat dijadikan sumber bahan baku air minum.

4.2. Saran

Mengingat ada beberapa parameter yang tidak memenuhi persyaratan baku mutu air Kelas 1, maka disarankan agar:

- i) di kaji sumber penyebab tingginya konsentrasi parameter-parameter tersebut kemudian dicari jalan keluarnya. Misalnya contoh, benarkah deterjen berasal dari kegiatan mandi dan Cuci masyarakat sekitar. Jika benar maka mungkin bisa dibuatkan MCK umum bagi mereka.
- ii) dalam pengolahan air W.S. Baloi perlu memberikan perhatian khusus pada logam-logam berat tidak memenuhi Kelas 1.

DAFTAR PUSTAKA

1. -----1992. Penelitian kualitas air dan geohidrologi P. Batam. BPPT Jakarta
2. Lemtek UI, 1991, "Final Report Evaluasi Master Plan Pulau Batam", 1991
3. Anonim, 1991. Penelitian kualitas air dan geohidrologi P. Batam. BPPT Jakarta
4. Anonymus, 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.82 tahun 2001 tentang Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air
5. APHA. 1985. Standart method for the examination of water and waste water. 16 th edition Washinton D.C
6. BIDA., 1992. Kebijakan dan Strategi Pembangunan Pulau Batam, Paper Seminar Kesehatan Lingkungan Indonesia III.
7. Effendi H. 2003. Telaah Kualitas Air,.Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisisus 258 hal.