

Pencemaran air raksa (Hg) sebagai dampak pengolahan bijih emas di Sungai Ciliunggunung, Waluran, Kabupaten Sukabumi

WIDODO

UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon - LIPI
Jl. Cihaur No. 2, Kertajaya, Simpenan, Kabupaten Sukabumi

SARI

Penambangan bijih emas di Kecamatan Waluran Kabupaten Sukabumi dilakukan dengan menggunakan metode tambang bawah tanah, dan hanya batuan dengan kandungan emas (bijih) cukup tinggi yang diambil (*selective mining*). Bijih emas hasil penambangan tersebut diolah dengan metode amalgamasi cara langsung, sehingga perolehan emasnya rendah tetapi air raksa yang terbuang ke sungai cukup besar.

Pemantauan air sungai dan sedimen Sungai Ciliunggunung pada tahun 2004 menunjukkan bahwa sungai tersebut telah tercemari air raksa (Hg), dan pencemaran air sungai meningkat sampai di atas nilai ambang batas, khususnya pada bulan Agustus 2005 kandungan Hg mencapai 0,218 mg/l pada Sungai Ciliunggunung di CLG.07. Hasil analisis kimia logam-logam lainnya untuk air sungai di Ciliunggunung di CLG.07 adalah Fe berada di atas ambang batas kriteria baku air minum, sedangkan Mn, Cu, Pb, dan As masih berada di bawah nilai maksimum kriteria baku air minum.

Untuk mengurangi pencemaran air raksa, disarankan agar pengolahan bijih emas metode amalgamasi cara langsung digantikan dengan pengolahan bijih emas metode cara tidak langsung. Pengolahan bijih emas metode amalgamasi cara tidak langsung terdiri atas: menghilangkan partikel halus dengan cara pencucian, penggerusan bijih, dan tahap amalgamasi. Efek total metode amalgamasi cara tidak langsung ini akan memperbesar pengikatan emas oleh air raksa, sehingga kehilangan air raksa dapat diperkecil dan perolehan emas dapat optimum.

Kata kunci: pencemaran lingkungan, metode amalgamasi, pengolahan bijih, penambangan bijih

ABSTRACT

Gold ore mining at Waluran Subregency, Sukabumi Regency was carried out by an underground mining method, and only rock that contains high enough gold ore would be taken (selective mining). The gold ore from the mining was processed with a direct amalgamation method, so it produced low gold concentrate, but the concentrate of mercury discarded to the river was high enough.

Monitoring result of water and sedimentation in Ciliunggunung River in 2004, showed that the river was contaminated by mercury (Hg), and the contamination was above the value limit. This happened especially in August 2005 where the Hg content was about 0.218 mg/l on the Ciliunggunung River in CLG.07. The chemical analysis result of heavy metals for the water of the Ciliunggunung River in CLG.07 was known to contain Fe above the standard drinking water criteria, meanwhile Mn, Cu, Pb, and As were still under the maximum drinking water criteria value.

To decrease the mercury contamination, it is suggested the process of gold ore from the amalgamation direct method to be changed to the amalgamation indirect method. The indirect gold ore amalgamation process consists of: removing fine particles by washing, grinding ore, and the amalgamation phase. The total impact of the indirect amalgamation method will increase the tying of gold by mercury, so the losing of mercury will be decreased and the gain of gold will be optimum.

Keywords: environment contamination, amalgamation method, ore processing, ore mining

PENDAHULUAN

Air raksa termasuk salah satu logam berat, dengan berat molekul tinggi. Dalam kadar rendah, logam berat ini umumnya sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia. Beberapa logam berat lainnya adalah magnesium (Mg), timbal (Pb), tembaga (Cu), kromium (Cr), dan besi (Fe). Air raksa (Hg) diperlukan untuk pertumbuhan kehidupan biologis, tetapi dalam jumlah berlebihan akan bersifat racun. Oleh karena itu, keberadaan logam berat perlu mendapat pengawasan, terutama dari segi jumlah kandungannya di dalam air (Noviardi dr., 2007). Air raksa dalam kondisi temperatur kamar berbentuk zat cair, bila terjadi kontak dengan logam emas akan membentuk larutan padat (Sevruykov dr., 1960). Larutan padat biasa disebut *amalgam*, yaitu merupakan paduan antara air raksa dengan beberapa logam (emas, perak, tembaga, timah, dan seng).

Dalam rangka upaya meminimumkan timbulnya dampak pencemaran lingkungan akibat pengolahan bijih emas metode amalgamasi, telah dilakukan pemantauan pencemaran air raksa (Hg) pada wilayah pertambangan rakyat dan pengolahan bijih emas di Waluran, Sukabumi, oleh Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Sukabumi pada tahun 2004 dan 2005 (Wahyu, 2006).

Penambangan bijih emas di Waluran, Kabupaten Sukabumi, dilakukan secara tambang bawah tanah, dan hanya batuan yang mengandung emas (bijih) cukup tinggi yang diambil (*selective mining*). Bijih emas hasil penambangan tersebut kemudian diolah dengan menggunakan metode amalgamasi.

Metode pengolahan yang digunakan oleh para pelaku usaha penambangan bijih emas di Waluran ini adalah amalgamasi cara langsung. Dalam metode ini semua material (bijih emas, media giling, kapur tohor, air, dan air raksa) dimasukkan secara bersamaan pada awal proses, sehingga proses penghalusan bijih emas dan pengikatan emas oleh air raksa terjadi secara bersamaan. Metode amalgamasi cara langsung ini kurang efektif dengan beberapa alasan, yaitu memerlukan jumlah air raksa relatif lebih banyak, air raksa yang digunakan cepat rusak menjadi butir-butir kecil (*flouring* (Peele, 1956), sehingga daya ikat air raksa terhadap emas kurang, dan butir-butir air raksa yang kecil mudah terbuang bersama ampas sewaktu dilakukan pendulangan memisahkan ampas

dengan *amalgam*. Akibatnya, metode ini menghadapi dua permasalahan utama, yaitu kehilangan air raksa yang cukup tinggi dan perolehan emas yang rendah. Kehilangan air raksa dalam pengolahan bijih emas yang cukup tinggi ini telah mencemari air Sungai Ciliunggunung, tempat pengolahan bijih emas metode amalgamasi dilakukan.

Maksud dan tujuan kajian ini adalah untuk mengetahui tingkat pencemaran air raksa dari hasil pengolahan bijih emas terhadap perairan umum, khususnya Sungai Ciliunggunung yang dijadikan tempat pengolahan, dengan tujuan:

- (1) meminimumkan dampak pencemaran air raksa dengan metode pengolahan amalgamasi yang lebih, dan
- (2) memberikan informasi dan peringatan kepada masyarakat yang memanfaatkan air Sungai Ciliunggunung, baik langsung maupun tidak langsung, tentang kondisi pencemaran air sungai untuk mencegah timbulnya dampak negatif terhadap masyarakat dan lingkungan.

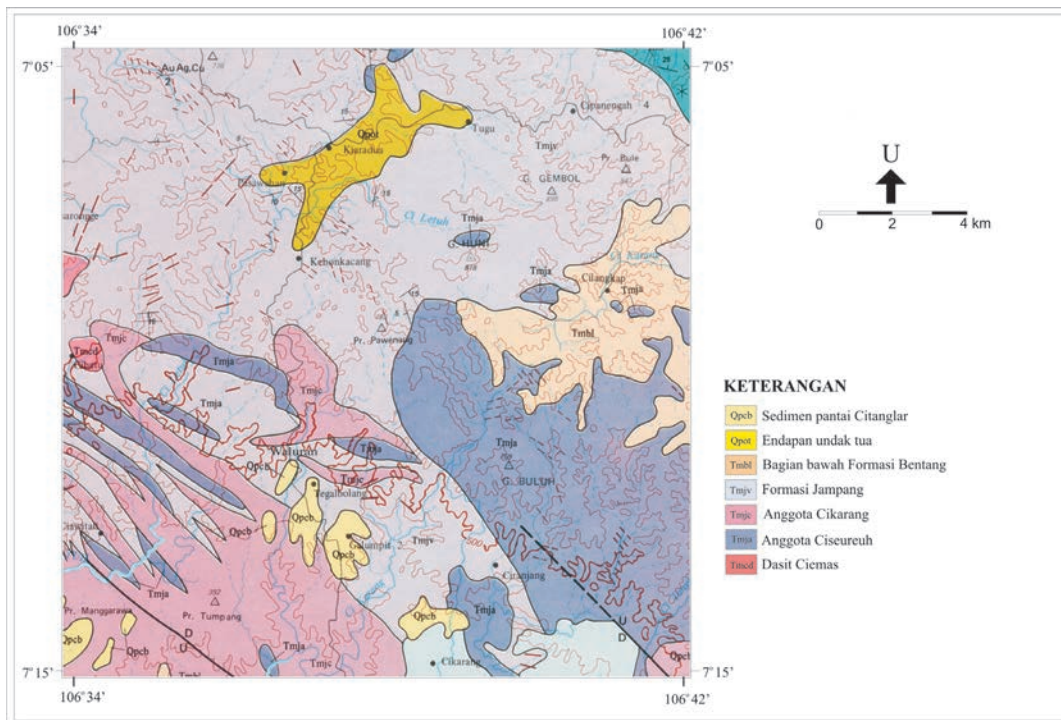
METODE KAJIAN

Kajian ini ditulis terutama dengan menggunakan data sekunder hasil pemantauan Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Sukabumi, serta satu buah data primer yang diambil dari lokasi CLG.07 pada tahun 2006. Kajian difokuskan pada penggunaan dan pencemaran air raksa.

Kegiatan pemantauan oleh Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Sukabumi dilaksanakan tahun 2004 dan tahun 2005 masing-masing selama delapan bulan (bulan Maret sampai dengan bulan Desember) meliputi pengamatan dan pengambilan percontoh air untuk mengetahui pencemaran merkuri (Hg). Pada Agustus 2006 dilakukan analisis percontoh air Sungai Ciliunggunung pada titik CLG.07 untuk merkuri (Hg); besi (Fe), tembaga (Cu), seng (Zn), timbal (Pb), kromium (Cr), dan arsenik (As). Titik CLG.07 pada Agustus tahun 2005 diketahui memiliki konsentrasi Hg yang terbesar, yaitu 0,2180 mg/l.

KEADAAN UMUM DAERAH KAJIAN

Daerah Waluran termasuk ke dalam Formasi Jampang (Tmjv). Formasi ini (Gambar 1) terdiri



Gambar 1. Peta geologi daerah Waluran dan sekitarnya (penyederhanaan dari Sukamto, 1975).

atas tiga satuan, yaitu bagian utama sebagian besar adalah breksi gunung api berbutir halus hingga kasar, Anggota Cikarang (Tmjc) yang terdiri atas tuf dan tuf lapili, dan Anggota Ciseureuh (Tmja) yang terdiri atas aliran andesit dan basal (Sukamto, 1990). Mineralisasi di daerah Waluran dijumpai pada lava andesit dan intrusi dasit, yang ditandai oleh munculnya ubahan klorit, karbonat, mineral lempung, dan kuarsa. Kuarsa sering dijumpai dalam bentuk *veinlets* maupun urat berukuran tebal antara 0,1 – 1,0 m, yang kadang-kadang mengandung mineral bijih sulfida. Jurus urat $U300^{\circ} T - U340^{\circ} T$ dengan kemiringan 50° sampai mendekati 90° . *Veinlets* kuarsa mempunyai ketebalan beberapa cm dengan arah tidak teratur, yang memotong kedudukan urat kuarsa. Urat dan *veinlets* kuarsa ini terdapat dalam dasit yang kadang-kadang menerobos lava andesit. Mineralisasi yang terjadi disebabkan oleh pengaruh intrusi dasit yang menerobos batuan samping (lava andesit), yang dapat digolongkan ke dalam jenis mineralisasi sulfida bertipe urat (Indarto dr., 1987). Berdasarkan pengamatan mineralogi pada sayatan tipis/poles percontohan urat (Soemarto dr., 1994) diketahui bahwa bijih emas primer termasuk

bijih sulfida dengan mineral-mineral penyusun di antaranya: pirit (FeS_2), kalkopirit [$(Cu, Fe)S_2$], spalerit [$(Zn, Fe)S$], dan kovelit (CuS).

Mineral pirit berukuran 0,1 - 0,2 mm, bentuk anedral, tersebar pada urat kuarsa ($\pm 15\%$); kalkopirit berwarna kuning, anedral, butir halus ukuran $+0,1$ mm dan tersebar tidak merata ($\pm 1\%$); spalerit warna kuning keabuan ukuran ≤ 4 mm; kovelit warna biru muda, anedral dan jumlahnya $\pm 1\%$.

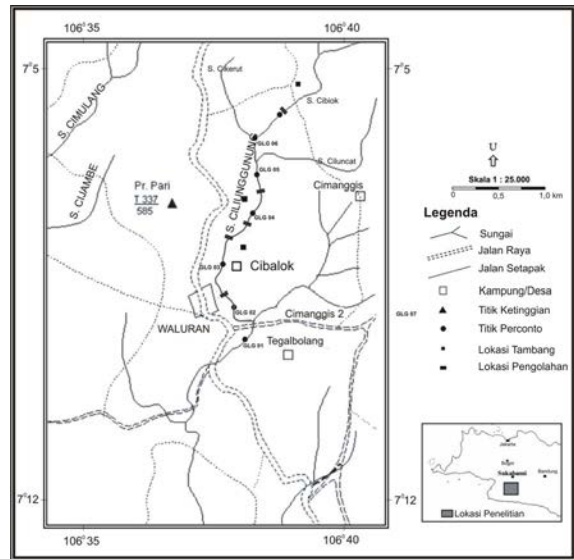
Persiapan penambangan dimulai dengan *land clearing*, dan perataan tanah sebagai pemuka kerja. Penambangan untuk mendapatkan bijih emas primer dilakukan dengan sistem tambang bawah tanah, dan lubang masuk berupa sumuran (*shaft*) atau terowongan (*adit*). Ketika penggalian sumuran atau terowongan telah mendapatkan urat kuarsa yang mengandung emas, proses dilanjutkan dengan pembuatan lubang mendatar (*cross cut, drift*) dan lombong (*stope*). Dimensi sumuran (*shaft*) umumnya berkisar antara 1,10 m x 1,10 m. Penampang terowongan: (0,90 - 1,20) m x 1,80 m, dan panjang terowongan berkisar antara 20 m - 100 m. Selama penambangan, hanya bijih emas berukuran butir kasar (>80 mesh) dan berkadar tinggi yang diambil

(*selective mining*), disesuaikan dengan cara pengolahan menggunakan metode amalgamasi. Peralatan dan perlengkapan penambangan adalah: cangkul, sekop, pahat, linggis, palu, *genset*, ember, timba (*goelan*) dan tali tambang, pompa air, *blower*, kayu penyangga, sepatu tambang, helm tambang, dan perlengkapan lainnya. Peralatan dan perlengkapan yang diperlukan untuk mengolah bijih emas primer adalah:

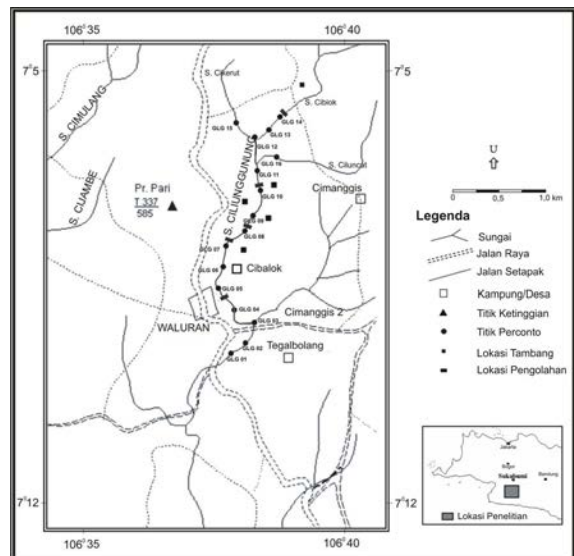
1. Tabung amalgamasi (gelundung), sebagai tempat menggerus batuan sekaligus berfungsi sebagai tempat amalgamasi.
2. Kincir air atau *genset* yang berfungsi sebagai penggerak tabung amalgamasi.
3. Batang besi baja/media giling/*rod* sebagai alat penggerus batuan.
4. Air raksa yang berfungsi untuk mengikat emas.
5. Kapur yang berfungsi untuk mengatur pH agar kondisi luluh mempunyai pH 9-10.
6. Air untuk mendapatkan persentasi padatan yang berkisar antara 30-60 %.
7. Dulang atau sejenisnya, sebagai tempat untuk memisahkan air raksa yang telah mengikat emas perak (*amalgam*) dengan sisa hasil pengolahan (*tailing*).
8. Emposan yaitu alat untuk membakar *amalgam* untuk mendapatkan paduan (*alloy*) emas perak (*bullion*). Pengolahan bijih emas di Waluran, Sukabumi, dilakukan oleh penambang maupun pengolah setempat dengan metode amalgamasi cara langsung, yaitu semua bahan/material (bijih emas, media giling, air, kapur tohor, dan air raksa) dimasukkan secara bersama-sama pada awal proses, sehingga tahap pengecilan ukuran bijih emas dan tahap pengikatan emas oleh air raksa (amalgamasi) terjadi secara bersamaan.

HASIL PEMANTAUAN

Kegiatan pemantauan pencemaran air raksa (Hg) di Sungai Ciliunggunung akibat pengolahan bijih emas oleh penduduk di Kecamatan Waluran (Gambar 2 dan 3) telah dilakukan oleh Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Sukabumi pada tahun 2004 dan 2005. Titik titik pemantauan diambil dari aliran Sungai Ciliunggunung (CLG), dengan jumlah titik pengambilan percontoh seba-



Gambar 2. Peta lokasi daerah penelitian tahun 2004 (Wahyu, 2006).



Gambar 3. Peta lokasi daerah penelitian tahun 2005 (Wahyu, 2006).

nyak tujuh buah pada tahun 2004 dan enam belas buah pada tahun 2005. Pengambilan percontoh air dilakukan pada bulan Maret sampai bulan Desember tahun 2004 dan tahun 2005, pada setiap titik masing-masing diambil satu percontoh air dan dua percontoh sedimen sungai (bagian tengah dan pinggir sungai) setiap bulannya. Hasil analisis air sungai dan sedimen dapat dilihat pada Tabel 1 - 8.

Tabel 1. Hasil Analisis Kimia Air Raksa Sungai Ciliunggunung Waluran Maret 2004 - Mei 2004 (Wahyu, 2006)

No	Kode Percontoh	Hasil Analisis Kimia Air Raksa								
		Maret 2004			April 2004			Mei 2004		
		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai	
	Tengah (ppm)	Pinggir (ppm)		Tengah (ppm)	Pinggir (ppm)		Tengah (ppm)	Pinggir (ppm)		
1	CLG 01	0,0001	0,2800	0,3375	0,0003	0,0112	ttd	0,0007	0,3134	0,4569
2	CLG 02	0,0001	0,7325	0,4990	0,0004	0,0335	0,0002	0,0008	0,0367	ttd
3	CLG 03	ttd	0,7218	0,7850	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
4	CLG 04	0,0002	0,2271	0,3450	0,0004	0,2732	0,0450	0,0008	0,2879	0,7317
5	CLG 05	ttd	0,0650	0,5050	0,0000	0,1856	0,3634	0,0009	0,0232	ttd
6	CLG 06	ttd	ttd	0,1925	0,0000	0,02432	0,0003	0,0009	0,0072	0,0783
7	CLG 07	ttd	ttd	0,0270	0,0001	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd

Tabel 2. Hasil Analisis Kimia Air Raksa Sungai Ciliunggunung Waluran Juni 2004 - Agustus 2004 (Wahyu, 2006)

No	Kode Percontoh	Hasil Analisis Kimia Air Raksa								
		Juni 2004			Juli 2004			Agustus 2004		
		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai	
	Tengah (ppm)	Pinggir (ppm)		Tengah (ppm)	Pinggir (ppm)		Tengah (ppm)	Pinggir (ppm)		
1	CLG 01	0,005	0,5433	0,1816	0,001	0,5807	0,2000	0,0002	ttd	ttd
2	CLG 02	0,002	0,1856	0,3323	0,001	0,00196	0,0856	0,0003	ttd	ttd
3	CLG 03	0,002	ttd	ttd	0,001	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
4	CLG 04	0,004	0,3131	0,2446	0,001	0,2530	0,2738	ttd	ttd	ttd
5	CLG 05	ttd	0,1609	0,1664	0,001	0,1480	0,5030	ttd	ttd	ttd
6	CLG 06	0,001	0,0191	0,0224	0,001	0,1009	0,2845	ttd	0,0044	0,0011
7	CLG 07	0,002	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd	0,0135	ttd

Tabel 3. Hasil Analisis Kimia Air Raksa Sungai Ciliunggunung Waluran September 2004 - Oktober 2004 (Wahyu, 2006)

No.	Kode Percontoh	Hasil Analisis Kimia Air Raksa					
		September 2004			Oktober 2004		
		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai	
	Tengah (ppm)	Pinggir (ppm)		Tengah (ppm)	Pinggir (ppm)		
1	CLG 01	0,0002	0,6800	0,6290	0,0033	0,0193	0,9619
2	CLG 02	0,0001	0,3366	0,0027	0,0041	0,9629	0,7764
3	CLG 03	ttd	0,0029	ttd	0,0038	ttd	ttd
4	CLG 04	0,0001	0,0108	ttd	0,0041	0,2820	0,7098
5	CLG 05	0,0001	0,3950	0,6248	0,0036	0,2300	0,8510
6	CLG 06	ttd	0,3568	0,7090	0,0032	0,5162	0,8554
7	CLG 07	ttd	ttd	0,0082	0,0032	ttd	ttd

Tabel 4. Hasil Analisis Kimia Air Raksa di Sungai Ciliunggunung Waluran Nopember 2004 - Desember 2004 (Wahyu, 2006)

No.	Kode Percontoh	Hasil Analisis Kimia Air Raksa					
		Nopember 2004			Desember 2004		
		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai	
	Tengah (ppm)	Pinggir (ppm)		Tengah (ppm)	Pinggir (ppm)		
1	CLG 01	ttd	0,8455	1,6353	0,0169	1,1820	0,6639
2	CLG 02	ttd	0,3564	1,9278	0,0140	1,0561	0,0591
3	CLG 03	ttd	0,1808	ttd	0,0125	ttd	ttd
4	CLG 04	ttd	ttd	0,3352	0,0155	1,1396	0,3590
5	CLG 05	ttd	0,9008	0,6472	0,0013	1,0169	0,8185
6	CLG 06	ttd	0,5074	0,1370	0,0130	0,2571	0,9757
7	CLG 07	ttd	2,5193	ttd	0,0119	ttd	ttd

Tabel 5. Hasil Analisis Kimia Air Raksa Sungai Ciliunggunung Waluran Maret 2005 - Mei 2005 (Wahyu, 2006)

No.	Kode Percontoh	Hasil Analisis Kimia Air Raksa								
		Maret 2005			April 2005			Mei 2005		
		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai	
	Tengah (ppm)	Pinggir (ppm)		Tengah (ppm)	Pinggir (ppm)		Tengah (ppm)	Pinggir (ppm)		
1	CLG 01	0,003	5,0996	7,8483	0,020	8,0489	3,6711	0,009	0,4868	ttd
2	CLG 02	0,003	4,3566	5,8358	0,019	6,1183	0,9071	0,008	1,4384	ttd
3	CLG 03	0,010	4,1875	5,7856	0,014	1,5975	4,6364	0,009	1,0701	ttd
4	CLG 04	0,004	3,9105	5,5608	0,014	4,8495	3,9903	0,009	3,3483	5,8267
5	CLG 05	0,002	3,0080	4,5252	0,014	3,9962	4,7902	0,100	1,3485	0,2083
6	CLG 06	0,008	4,6151	4,7317	0,013	4,8796	5,9503	0,007	3,2342	1,1863
7	CLG 07	0,004	3,5393	6,6239	0,014	5,7497	5,5524	0,008	3,4542	4,5922
8	CLG 08	0,004	2,6560	6,3682	0,014	3,5189	4,9573	0,011	3,8913	3,7963
9	CLG 09	0,006	4,0268	3,5223	0,022	3,6769	4,9456	0,016	3,1078	3,6487
10	CLG 10	ttd	3,8427	3,5791	0,020	3,8399	4,4258	0,013	2,0692	4,3949
11	CLG 11	ttd	3,4799	3,3409	0,014	4,1759	3,8850	0,012	3,8497	4,3167
12	CLG 12	0,171	6,4431	2,8553	0,012	2,7534	3,9235	0,014	4,3759	3,8723
13	CLG 13	0,016	4,8550	2,8729	0,009	2,3530	3,7112	0,008	1,7937	2,6868
14	CLG 14	0,007	3,7222	3,9736	0,010	0,7675	1,0868	0,009	2,1109	3,3331
15	CLG 15	0,004	4,9281	2,2310	0,009	1,5206	2,1959	0,010	1,5810	0,9517
16	CLG 16	0,004	2,2788	2,0973	0,010	2,3672	1,9510	0,012	1,9946	2,4471

Tabel 6. Hasil Analisis Kimia Air Raksa Sungai Ciliunggunung Waluran Juni 2005 - Agustus 2005 (Wahyu, 2006)

No.	Kode Percontoh	Hasil Analisis Kimia Air Raksa								
		Juni 2005			Juli 2005			Agustus 2005		
		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai	
	Tengah (ppm)	Pinggir (ppm)		Tengah (ppm)	Pinggir (ppm)		Tengah (ppm)	Pinggir (ppm)		
1	CLG 01	0,000	0,9586	2,1971	ttd	0,9586	8,9466	0,147	9,2071	11,1933
2	CLG 02	ttd	ttd	0,4808	ttd	8,3084	0,4808	0,041	10,8021	2,5121
3	CLG 03	ttd	0,1739	ttd	ttd	4,1100	3,8065	0,026	5,0202	2,2975
4	CLG 04	ttd	ttd	ttd	ttd	4,2565	ttd	0,035	2,2785	0,7797
5	CLG 05	ttd	1,2540	ttd	ttd	1,5281	0,4296	0,032	6,1424	1,5822
6	CLG 06	ttd	ttd	ttd	ttd	3,2185	4,3964	0,192	7,3674	3,1537
7	CLG 07	ttd	0,5979	ttd	ttd	4,8682	7,1154	0,218	2,2238	7,7396
8	CLG 08	ttd	ttd	ttd	ttd	5,6406	6,2787	0,026	3,1000	7,8167
9	CLG 09	ttd	ttd	ttd	ttd	5,1669	5,2683	0,022	1,8527	3,5717
10	CLG 10	ttd	1,3336	2,1490	ttd	6,1738	4,8833	0,031	2,3512	3,4588
11	CLG 11	ttd	ttd	ttd	ttd	5,1735	4,5742	0,019	4,3228	7,5988
12	CLG 12	ttd	ttd	ttd	ttd	4,9221	3,6647	0,017	6,4431	5,0404
13	CLG 13	ttd	ttd	ttd	ttd	4,0769	5,3324	0,018	1,0781	5,1801
14	CLG 14	ttd	0,6062	0,5521	ttd	5,0847	0,5521	0,017	3,9014	4,7106
15	CLG 15	ttd	1,1790	2,6692	ttd	3,5182	4,6488	0,032	1,9723	1,5900
16	CLG 16	ttd	1,9756	ttd	ttd	3,6723	4,1166	0,014	1,1284	2,2987

Tabel 7. Hasil Analisis Kimia Air Raksa Sungai Ciliunggunung Waluran September 2005 - Oktober 2005 (Wahyu, 2006)

No.	Kode Percontoh	Hasil Analisis Kimia Air Raksa					
		September 2005			Oktober 2005		
		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai (ppm)		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai (ppm)	
1	CLG 01	0,025	11,0222	10,9116	0,0103	5,8803	6,4009
2	CLG 02	0,018	3,4745	4,3094	0,0023	5,3227	3,0144
3	CLG 03	0,028	2,1724	0,9798	0,0049	1,6848	0,2762
4	CLG 04	0,020	1,8750	8,6337	0,0046	5,2210	0,6626
5	CLG 05	0,017	1,1307	6,5694	ttd	2,4665	0,8932
6	CLG 06	0,019	5,5701	8,1431	ttd	3,2171	1,6724
7	CLG 07	0,014	5,8920	6,4364	ttd	2,6952	2,0418
8	CLG 08	0,011	3,1850	5,1678	ttd	2,0001	3,7943
9	CLG 09	0,012	4,6995	5,4181	ttd	1,5206	3,4698
10	CLG 10	0,013	4,2043	5,2650	ttd	6,0680	5,8237
11	CLG 11	0,015	4,3038	9,9124	0,0014	0,0945	2,6907
12	CLG 12	0,013	4,2188	5,3265	ttd	2,5832	1,2606
13	CLG 13	0,013	4,3731	2,3121	ttd	0,2560	3,2737
14	CLG 14	0,016	3,9204	3,1269	ttd	3,1421	3,9044
15	CLG 15	0,016	3,5505	1,3810	ttd	2,4763	3,5708
16	CLG 16	0,008	2,4764	2,3389	ttd	2,4164	3,2105

Tabel 8. Hasil Analisis Kimia Air Raksa Sungai Ciliunggunung Waluran Nopember 2005 - Desember 2005 (Wahyu, 2006)

No.	Kode Percontoh	Hasil Analisis Kimia Air Raksa					
		Nopember 2005			Desember 2005		
		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai (ppm)		Air Sungai (mg/l)	Sedimen Sungai (ppm)	
1	CLG 01	0,0020	4,7361	2,1428	0,0138	ttd	5,0334
2	CLG 02	0,0040	4,0167	3,1946	0,0122	2,0646	2,5520
3	CLG 03	0,0040	3,3005	3,2041	0,0133	2,1264	1,3113
4	CLG 04	0,0020	3,3380	3,4572	0,0155	1,3601	1,5244
5	CLG 05	ttd	2,8595	2,1978	0,0130	1,1977	1,4068
6	CLG 06	0,0010	3,1877	2,9956	0,0124	2,6671	3,0013
7	CLG 07	ttd	3,9453	3,5773	0,0122	3,1515	2,9038
8	CLG 08	ttd	2,7669	3,4651	0,0128	2,7535	2,8023
9	CLG 09	ttd	3,5223	3,0199	0,0122	3,5410	2,8349
10	CLG 10	ttd	1,8956	2,3649	0,0122	3,0776	3,0028
11	CLG 11	ttd	2,3496	2,7028	0,0124	3,0897	2,4766
12	CLG 12	ttd	4,4931	2,8791	0,0114	3,2204	3,1379
13	CLG 13	0,0020	3,9113	2,8262	0,0105	0,7701	2,3445
14	CLG 14	ttd	0,9920	1,8225	0,0117	2,6827	2,8520
15	CLG 15	ttd	2,2682	2,7044	0,0114	2,1616	3,0435
16	CLG 16	ttd	1,8215	3,3370	0,0116	2,2143	2,6374

DISKUSI

Pengolahan bijih emas dengan metode amalgamasi merupakan cara pengolahan yang sederhana, dan murah, namun bisa mendapatkan emas (bentuk *amalgam*) yang dapat dijual dengan harga yang cukup tinggi. Amalgamasi digunakan untuk produksi yang kecil dan banyak dilakukan oleh penambang skala kecil (tambang rakyat). Bijih emas yang sesuai untuk diolah dengan metode amalgamasi adalah bijih yang mempunyai kadar tinggi dan ukuran butir kasar. Umumnya pengolahan bijih emas metode amalgamasi ini memperoleh emasnya yang rendah dan kehilangan air raksa yang tinggi. Perolehan emas melalui cara amalgamasi tidak optimal (Sevruykov dr., 1960), dan untuk tambang rakyat perolehan emas umumnya lebih rendah dari 85 %.

Pengolahan bijih emas di daerah Waluran Sukabumi dilakukan dengan metode amalgamasi cara langsung yaitu dengan memasukkan secara bersamaan bahan/material yang digunakan (bijih emas, media giling, kapur tohor, air, dan air raksa) pada awal pengolahan, sehingga air raksa yang digunakan cepat rusak menjadi butir-butir kecil karena air raksa mendapat tekanan/gesekan antara media giling dengan media giling atau antara media giling dengan dinding bagian dalam tabung amalgamasi. Air raksa yang rusak menjadi butir-butir kecil pada gilirannya akan mengurangi daya ikat terhadap emas, sehingga menghilangkan air raksa yang cukup banyak sewaktu dilakukan pemisahan *amalgam* dengan ampas (*tailing*) hasil pengolahan melalui pendulangan, selain itu perolehan emasnya tidak optimal.

Untuk mengurangi kerusakan air raksa atau kehilangan air raksa yang mencemari lingkungan, pengolahan bijih emas perlu dilakukan dengan metode amalgamasi cara tidak langsung. Pengolahan cara tidak langsung ini terdiri atas tiga tahap proses, yaitu: (1) *Desliming*: yaitu tahap menghilangkan partikel halus (*slime*) yang menempel pada permukaan bijih emas yang akan

digunakan sebagai umpan dalam pengolahan dengan cara pencucian. (2) *Grinding* yaitu tahap penghalusan ukuran/penggerusan bijih, dan (3) Tahap amalgamasi itu sendiri. Tahap 1 dan 2 terkenal dengan istilah tahap praolahan, sedangkan tahap ke 3 merupakan tahap pengolahan. Pada tahap proses penghalusan/penggerusan bijih, dimasukkan bahan-bahan (bijih emas, media giling, kapur, dan air) yaitu tahap untuk membuat ukuran umpan (bijih emas) berukuran menjadi halus (80 - 200 *mesh*). Pada tahap ini digunakan persen padatan (*percent solid*) sebanyak 50 - 70 % dengan pH 9 - 10 dan putaran tabung amalgamasi sekitar 55 r.p.m. Bila pH *pulp* terlalu kecil maka cenderung akan terbentuk perunggu (perunggu lebih stabil dibandingkan *amalgam* emas pada pH <9), jika pH >10 maka laju pembentukan *amalgam* emas menjadi lebih lambat. Setelah proses tahap penghalusan umpan ini selesai, dilanjutkan dengan tahap amalgamasi. Pada tahap amalgamasi ini dilakukan pengurangan berat media giling 40 - 50 %, dimasukkan air raksa, penambahan air untuk mendapatkan persen padatan menjadi 30 - 40 %, serta kecepatan tabung amalgamasi dari 55 r.p.m. dikurangi menjadi sekitar 40 r.p.m. Pengurangan media giling sebesar 40 - 50 % dari berat media giling semula dan kecepatan putar dari 55 r.p.m. menjadi sekitar 40 r.p.m. dimaksudkan supaya terjadi proses pengadukan (*agitasi*) luluhan (adonan) saja, bukan proses penggerusan batuan lagi. Proses pengadukan akan meningkatkan pengikatan emas oleh air raksa membentuk *amalgam*. Di samping itu pengurangan berat media giling dan kecepatan putar tabung amalgamasi juga akan memberi keuntungan karena air raksa tidak cepat rusak. Penambahan air hingga persen padatan mencapai 30 - 40 % menyebabkan adonan menjadi lebih encer, sehingga mempermudah pengikatan emas oleh air raksa. Efek total metode amalgamasi cara tidak langsung ini akan memperbesar pengikatan emas oleh air raksa, sehingga kehilangan air raksa dapat diperkecil dan perolehan emas dapat meningkat/optimum (Tabel 9).

Tabel 9. Perbandingan Perolehan Emas dan Kehilangan Air Raksa dalam Pengolahan Bijih Emas Metode Amalgamasi Cara langsung dan tidak langsung (Widodo, 2006)

No.	Percontoh	Perolehan Emas (%)		Kehilangan Air Raksa (%)	
		Cara Langsung	Cara Tidak Langsung	Cara Langsung	Cara Tidak Langsung
1	W.1	47,98	51,42	7,067	4,734
2	W.2	40,88	44,79	6,134	4,534
3	W.3	38,40	48,24	7,667	5,267
4	W.4	39,04	53,62	8,067	4,134

Berdasarkan Tabel 9, perolehan emas 38,40 % - 47,98 % (cara langsung) dapat ditingkatkan menjadi 44,79 % - 53,72 % (cara tidak langsung), dan kehilangan air raksa dari 6,134 % - 8,067 % (cara tidak langsung) dapat ditekan menjadi 4,134 % - 5,267 % (cara tidak langsung).

Perolehan emas metode amalgamasi cara langsung yang rendah (<60 %) ini juga menimbulkan masalah pencemaran air sungai oleh air raksa dan logam-logam berat, selain itu juga terjadi pemborosan sumber daya mineral karena bijih emas kadar rendah tidak diolah dan ampas (*tailing*) sebagai sisa pengolahan umumnya masih mengandung emas. Agar dampak pengolahan yang terjadi dapat diminimumkan (ramah lingkungan) maka perlu dilakukan usaha memperkecil kandungan air raksa yang tidak dapat diambil kembali dengan cara menaikkan tingkat efisiensi amalgamasi, membuat kolam/bak pengendap yang kedap air secara berjenjang untuk *tailing*, dan untuk mencegah *infiltrasi* ke dalam air tanah.

Pada awalnya sungai-sungai di daerah penelitian tidak tercemar air raksa (Hg). Setelah adanya kegiatan pengolahan bijih emas metode amalgamasi cara langsung oleh penduduk setempat dan sekitarnya, air sungai menjadi tercemar khususnya oleh air raksa. Hasil pemantauan pencemaran air raksa dari pengolahan emas di Kecamatan Waluran (Wahyu, 2006) yang dilakukan oleh Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Sukabumi menunjukkan bahwa air sungai mengandung air raksa di atas nilai ambang batas terjadi pada bulan Juni, Juli, Oktober dan Desember 2004, sementara pada bulan Agustus dan Nopember 2004 konsentrasi air raksa masih di bawah nilai ambang batas. Percontoh sedimen sungai konsentrasi air raksa pada tengah sungai dengan konsentrasi tertinggi terjadi pada bulan Nopember yaitu sebesar 2,5193 ppm (Tabel 4). Pada tahun 2005, air sungai dengan kandungan air raksa terbesar terjadi pada bulan Agustus (0,2180 mg/l), yaitu di Sungai Ciliunggunung pada CLG.07 (Tabel 6). Kadar maksimum sedimen tengah terjadi pada bulan September (11,022 ppm) dan sedimen pinggir terjadi pada bulan Agustus (11,1933 ppm) CLG.01 (lihat Tabel 6 dan 7). Kandungan air raksa terbesar pada bulan Agustus tahun 2005 di Sungai Ciliunggunung ini terjadi karena keberhasilan penambangan dengan kadar yang bagus, sehingga jumlah pengolahan di sungai tersebut juga meningkat, dan bulan Agustus 2005 adalah musim kemarau.

Besar kecilnya kandungan air raksa disebabkan oleh adanya fluktualisasi kegiatan penambangan, pengolahan, dan iklim/cuaca. Fluktuasi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Aktivitas penambangan: jumlah penambang semakin banyak apabila ditemukan bijih dengan kandungan emas yang cukup tinggi.
2. Pengolahan: kadar emas yang baik dengan jumlah bijih hasil penambangan besar, maka jumlah pengolah bijih emas juga akan meningkat.
3. Iklim/cuaca: pada musim kemarau konsentrasi air raksa akan lebih besar dibandingkan dengan musim hujan. Tingkat mobilitas air raksa pada musim kemarau tidak akan jauh dari tempat pengolahan (sumbernya) karena arus air sungai menurun, sedangkan mobilitas air raksa akan terbawa arus air sungai lebih jauh dari tempat pengolahan karena debit air lebih besar dibandingkan musim kemarau. Besar kecilnya arus air sungai ini sangat bergantung pada iklim maupun cuaca.
4. Jarak pengambilan percontoh air dengan tempat pengolahan bijih emas: semakin jauh dari pengolahan bijih emas umumnya penyebaran air raksa juga semakin kecil (menurun).

Pengolahan bijih emas dengan gelundung dilakukan di sepanjang sungai, mulai dari hulu Sungai Ciliunggunung sampai sebelum hilir Sungai Ciliunggunung. Untuk sedimen sungai, air raksa terkonsentrasi pada bagian pinggir sungai karena air raksa mempunyai berat jenis yang besar, sehingga banyak terendapkan pada kelokan sungai.

Hasil pengukuran kualitas/mutu air terhadap pencemaran air raksa, dievaluasi sesuai dengan pemanfaatannya berdasarkan kelas. Perairan yang mengandung air raksa untuk bahan baku air minum (Kelas I) maksimum 0,001 mg/l, untuk budi daya ikan air tawar, peternakan, sarana rekreasi air (Kelas II dan III) air raksa maksimum 0,002 mg/l, dan untuk pengairan (kelas IV) air raksa maksimum 0,005 mg/l (Tabel 10).

Pada Agustus 2006 dilakukan analisis percontoh air Sungai Ciliunggunung pada titik CLG.07 untuk merkuri dan logam berat lainnya. Agustus tahun 2005 titik CLG.07 diketahui memiliki konsentrasi Hg yang terbesar, yaitu 0,2180 mg/l. Hasil analisis pH air Sungai Ciliunggunung pada titik (CLG.07) dan logam berat tersaji pada (Tabel 11).

Tabel 10. Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas (Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001)

Parameter	Satuan	Kelas			
		I	II	III	IV
pH		6-9	6-9	6-9	5-9
Besi (Fe)	mg/l	0,3	(-)	(-)	(-)
Mangan (Mn)	mg/l	0,1	(-)	(-)	(-)
Tembaga (Cu)	mg/l	0,02	0,02	0,02	0,2
Kadmium (Cd)	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,01
Seng (Zn)	mg/l	0,05	0,05	0,05	2
Timbal (Pb)	mg/l	0,03	0,03	0,03	1
Kromium (Cr)	mg/l	0,05	0,05	0,05	1
Arsen (As)	mg/l	0,05	1	1	1
Air raksa (Hg)	mg/l	0,001	0,002	0,002	0,005

Keterangan: Kelas I = bahan baku air minum
 Kelas II = sarana rekreasi air, budi daya ikan air tawar, peternakan
 Kelas III = budidaya ikan tawar, peternakan
 Kelas IV = pengairan

Tabel 11. Hasil Analisis pH dan Logam Berat Titik CLG.07 (Widodo, 2006)

No.	Parameter	Satuan	Hasil Analisis
1	pH	mg/l	5,780
2	Air Raksa (Hg)	mg/l	0,188
3	Besi (Fe)	mg/l	0,320
4	Mangan (Mn)	mg/l	0,012
5	Tembaga (Cu)	mg/l	0,015
6	Seng (Zn)	mg/l	0,022
7	Timbal (Pb)	mg/l	0,018
8	Kromium (Cr)	mg/l	ttd
9	Arsen (As)	mg/l	ttd

Berdasarkan Tabel 11 diketahui bahwa pH dan kadar logam Fe serta logam lainnya begitu tinggi karena pendulangan untuk memisahkan *amalgam* dengan ampas (*tailing*) hasil pengolahan dilakukan di sungai. Ampas yang terbuang ke sungai itu mengandung logam-logam berat yang tidak terikat oleh air raksa membentuk *amalgam*.

Berdasarkan kriteria air raksa (Tabel 10), percontohan air sungai tidak layak digunakan sebagai bahan baku air minum, tetapi masih sesuai untuk pengairan (Kelas IV). Apabila penambangan dan pengolahan bijih emas masih tetap dilakukan secara berkelanjutan, maka pencemaran air raksa dan logam-logam lainnya juga akan meningkat dan dapat berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Air raksa (Hg) dalam perairan yang berikatan dengan klor akan membentuk HgCl (senyawa merkuri anorganik), dan selanjutnya merkuri anorganik

ini akan tertransformasi menjadi merkuri organik (metil merkuri) oleh peran organisme yang terjadi di sedimen dasar perairan. Metil merkuri sangat beracun dan bersifat sangat bioakumulatif (terserap secara biologis). Air raksa biasanya masuk ke dalam tubuh manusia lewat pencernaan, baik melalui ikan maupun air itu sendiri. Air raksa (Hg) dalam bentuk logam sebagian besar dapat disekresikan, sisanya akan menumpuk pada ginjal dan sistem saraf yang suatu saat akan mengganggu bila akumulasinya makin banyak. Apabila Hg ini terhisap dari udara akan berdampak akut atau dapat terakumulasi dan terbawa ke organ-organ tubuh lainnya, menyebabkan bronkhitis sampai rusaknya paru-paru. Pada keracunan Hg tingkat awal penderita akan merasa mulutnya kebal, sehingga tidak peka terhadap rasa dan suhu, hidung tidak peka bau, mudah lelah, dan sering sakit kepala. Apabila terjadi akumulasi yang lebih, dapat berakibat pada degenerasi sel-sel saraf di otak kecil yang menguasai kondisi saraf, gangguan pada luas pandang, degenerasi pada sarung selaput saraf dan bagian otak kecil.

Keracunan oleh merkuri anorganik terutama mengakibatkan terganggunya fungsi ginjal dan hati, terganggunya sistem enzim dan mekanisme sintetik apabila berupa ikatan dengan kelompok sulfur di dalam protein dan enzim. Merkuri (Hg) organik jenis metil merkuri dapat memasuki plasenta dan merusak janin pada wanita hamil, mengganggu saluran darah ke otak, serta menyebabkan kerusakan otak (Herman, 2006).

KESIMPULAN

Hasil seluruh penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat adalah: air raksa 0,188 mg/l, besi 0,320 mg/l, mangan 0,012 mg/l, tembaga 0,015 mg/l, seng 0,022 mg/l, timbal 0,018 mg/l. Kadar merkuri, logam Fe, serta logam lainnya begitu tinggi karena pendulangan untuk memisahkan *amalgam* dengan ampas hasil pengolahan dilakukan di sungai. Ampas yang terbuang ke sungai itu mengandung logam-logam berat yang tidak terikat oleh air raksa membentuk *amalgam*. Keracunan karena merkuri dapat menyebabkan kerusakan saraf di otak, terganggunya fungsi ginjal dan hati, serta merusak janin pada wanita hamil. Konsentrasi logam berat Mn, Cu, Pb, dan As masih berada di bawah nilai maksimum kriteria air Kelas I (air baku untuk minum), tetapi untuk besi (Fe) sudah di atas nilai maksimum kriteria air Kelas I. Konsentrasi Fe di lokasi pengamatan ini berada di atas ambang batas kriteria air Kelas I (air baku untuk minum). Logam Fe merupakan unsur hara mikro yang diperlukan tumbuhan. Bagi tubuh manusia, Fe dibutuhkan dalam konsentrasi kecil, tetapi akan menjadi racun dalam jumlah besar. Meskipun air sungai tidak dikonsumsi langsung oleh manusia, namun air sungai tersebut dipergunakan sebagai sarana irigasi. Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis air di titik pengamatan (CLG.07), nilai pH di lokasi masih berada di bawah ambang batas maksimum untuk kriteria air baku untuk minum Kelas I. Untuk meningkatkan nilai pH supaya sesuai dengan syarat yang ditentukan, dapat ditambahkan kapur.

Ucapan Terima Kasih—Dengan tersusunnya makalah ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Kepala Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Sukabumi atas kesempatan, kepercayaan, dan izin yang diberikan dalam penggunaan data hasil pemantauan di Sukabumi. Selain itu, ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Ir. Toto Wahyu, Ir. Bambang Sudarsono, Ir. Muksin, dan Ir. Zakizain dari Dinas Pertambangan dan Energi Kabupaten Sukabumi atas bantuan dan kerja sama yang baik. Juga tidak lupa penulis

mengucapkan terima kasih kepada Kepala, para peneliti UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon-LIPI Sukabumi atas masukan dan bantuannya, sehingga makalah ini dapat terwujud.

ACUAN

- Herman, D.Z., 2006. Tinjauan terhadap *tailing* mengandung unsur pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari sisa pengolahan bijih logam. *Jurnal Geologi Indonesia*, 1 (1), h.31-36.
- Indarto, S., Dharma, S.K., dan Sudaryanto, 1987. Penelitian Mineralisasi di Daerah Waluran, Kecamatan Ciracap, Kabupaten Sukabumi. *Laporan Penelitian No: 11/PPPG/1987*. Puslitbang Geoteknologi-LIPI, Bandung, h.10-11
- Noviardi R., Widodo, dan Astuti N.M., 2007. Konsentrasi Logam Berat Pada Air Sungai Cigaru dan Bahaya Yang Dapat Ditimbulkan Bagi Manusia. *Prosiding Lokakarya Hasil Penelitian Dan Pengembangan di Bidang Ilmu Kebumihan*, Tasikmalaya, 4 September 2007.
- Peele R., 1956. *"Mining Engineers" Handbook*. Third Edition, Vol. 2, New York, John Wiley & Sons Inc., h.33.
- Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. *Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*.
- Sukamto, R., 1975. *Geologi Lembar Jampang Dan Balekambang, Jawa Skala 1:100.000*. Direktorat Geologi, Bandung
- Sukamto, R., 1990. *Geologi Lembar Jampang Dan Balekambang, Jawa Barat*. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Soemarto B., Widodo, dan Pujono, 1994. Studi Mineragrafi dan Batuan Ubahan Silikat di Daerah Prospek Surade, Kabupaten Sukabumi. *Prosiding Hasil-hasil Penelitian Puslitbang Geoteknologi-LIPI*, Bandung.
- Sevruykov, N., Kuzmin, B., dan Chelishchev, Y., 1960. *General Metallurgy*. Peace Publisher, Moscow., 545 h.
- Wahyu, T., 2006. *Sosialisasi Hasil Pemantauan Pencemaran Air Raksa Dari Pengolahan Emas Di Kecamatan Waluran Tahun Anggaran 2006*, Dinas Pertambangan dan Energi, Kabupaten Sukabumi, 23 Agustus 2006, h.5-14.
- Widodo, 2006. *Optimalisasi Pengolahan Bijih Emas Cara Amalgamasi di Kecamatan Waluran Kabupaten Sukabumi*, UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon - LIPI Sukabumi, h.4-17.