

Rumpun Ilmu	: Teknik Kimia
Bidang Keahlian	: Chemical Engineering
Jenis Riset	: Dasar

LAPORAN AKHIR  
SKEMA PENELITIAN DISERTASI DOKTOR



ANALISIS PROSES ADSORPSI DAN DESORPSI PENGOLAHAN EMAS

TIM PENELITI :

Ketua : Imam Santosa, S.T., M.T.

TEKNIK KIMIA  
TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN  
NOVEMBER 2021

HALAMAN PENGESAHAN  
LAPORAN AKHIR PENELITIAN DANA INTERNAL UAD  
TAHUN AKADEMIK 2021/2022

Judul Penelitian : Analisis Proses Adsorpsi dan Desorpsi Pengolahan Emas  
Butir Renstra Prodi/Pusat : Program Studi  
TSE Penelitian : 07.09-Industrial mineral products  
Jenis Riset : Dasar  
Skala TKT : 2

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap dan Gelar : IMAM SANTOSA S.T., M.T.  
b. NIY/NIP : 60980173  
c. Fakultas/Program Studi : Teknologi Industri / Teknik Kimia  
d. Pendidikan Terakhir : S2  
e. Jabatan Akademik : Lektor

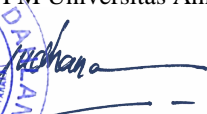

Anggota Peneliti

Nama Lengkap dan Gelar :


Anggota Peneliti Eksternal

Nama Lengkap dan Gelar :

Jumlah mahasiswa terlibat : -  
Lama Penelitian : 7 bulan  
Biaya Total Penelitian : Rp. 18.000.000,00  
- Dana Disetujui : Rp. 18.000.000,00  
- Sumber Dana Lain : Rp. 0,00

Menyetujui,  
Kepala LPPM Universitas Ahmad Dahlan,  
  
  
Anton Yudhana, S.T., M.T., Ph.D.  
NIP/NIY. 60010383

Yogyakarta, 03 Januari 2022  
Ketua Pengusul,

  
IMAM SANTOSA S.T., M.T.  
NIP/NIY. 60980173

**COVER LETTER**  
**LAPORAN KEMAJUAN PENELITIAN TA. 2021/2022**

Ketua Peneliti : IMAM SANTOSA, S.T., M.T.  
Judul Penelitian : Analisis Proses Adsorpsi dan Desorpsi Pengolahan Emas  
Hari, Tanggal Review : Sabtu, 06 November 2021

No.	Kriteria (Indikator Penilaian)	Komentar Reviewer	Isi Perbaikan
1.	A. Ringkasan penelitian berisi: (i) latar belakang penelitian, (ii) tujuan penelitian, (iii) tahapan metode penelitian, (iv) luaran yang ditargetkan, (v) uraian TKT penelitian yang ditargetkan serta (vi) hasil penelitian yang diperoleh sesuai dengan tahun pelaksanaan penelitian.	ringkasan perlu diperjelas , misal adsorben yang digunakan apa	Sudah diperjelas sesuai kondisi terkini
2.	B. Kata kunci maksimal 5 kata kunci. Gunakan tanda baca titik koma (?) sebagai pemisah, dan ditulis sesuai urutan abjad.	lebih baik ditambah nama bahan adsorben yang dipakai	Sudah ditambahkan
3.	C. Hasil pelaksanaan penelitian berisi: (i) kemajuan pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian, (ii) data yang diperoleh, (iii) hasil analisis data yang telah dilakukan, (iv) pembahasan hasil penelitian, serta (v) luaran yang telah didapatkan. Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dan hasil penelitian dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta pembahasan hasil penelitian didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.	baru sampai pengambilan bahan dan screening. Perlu dikejar agar selesai seluruh pengambilan data	Sudah berusaha mengejar namun alat analisi yang sesuai baru diperoleh pertengahan desember
4.	D. Status luaran berisi identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui portal penelitian.	belum ada draft luaran	Sudah mendaftarkan abstrak ke ICCEIB 2022
5.	E. Peran Mitra berupa realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik in-kind maupun in-cash (untuk Penelitian Terapan dan Pengembangan). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra diunggah melalui portal penelitian.	tidak ada mitra	tidak sisyaratkan mitra untuk skema penelitian ini

6.	F. Kendala Pelaksanaan Penelitian berisi kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan.	keterbatasan alat analisis AAS untuk emas,	Kendala sepertinya bisa teratasi melalui AAS (GF) lab terpadu UII, namun butuh lebih lama waktu untuk penelitian krn proses sekali analisis sampel butuh satu bulan.
7.	G. Rencana Tahapan Selanjutnya berisi tentang rencana penyelesaian penelitian dan rencana untuk mencapai luaran yang dijanjikan jika belum tercapai.	masih perlu kerja keras untuk menyelesaikan pengambilan data	Sudah mulai proses pengambilan data
8.	H. Daftar Pustaka disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi/diacu pada laporan kemajuan saja yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.	daftar pustaka sudah sangat memadai	terima kasih

#### Penilaian/Review Luaran Penelitian

No.	Komponen	Kriteria	Komentar Reviewer
1.	Identitas Luaran	Lengkap / Tidak lengkap	belum ada
2.	Status Luaran	Memenuhi / Tidak	belum ada, meski dalam bentuk draft
3.	Bukti Status Luaran	Ada / Tidak	Tidak
4.	Bukti Luaran / File	Ada / Tidak	belum ada
5.	URL / Link Luaran	Dapat diakses menuju luaran/tidak	belum ada

**PENELITIAN DANA INTERNAL UAD  
TAHUN AKADEMIK 2021/2022**

**A. DATA PENELITIAN**

**1. Identitas Penelitian**

- a. NIY/NIP : 60980173
- b. Nama Lengkap : IMAM SANTOSA, S.T., M.T.
- c. Judul : Analisis Proses Adsorpsi dan Desorpsi Pengolahan Emas
- d. Lokasi Penelitian : Laboratorium Proses
- e. Lama Penelitian : 7 Bulan
- f. Tanggal Mulai : 25 April 2021
- g. Tanggal Rencana Selesai : 25 November 2021

**2. Skema Penelitian**

- a. Skema Penelitian : Internal - Penelitian Disertasi Doktor
- b. Jenis Riset : Dasar
- c. Tingkat Kesiapterapan Teknologi (TKT) : 2
- d. Tujuan Sosial Ekonomi (TSE) : 07.09-Industrial mineral products
- e. Bidang Kepekaran : Chemical Engineering
- f. Bidang Fokus : Energi Terbarukan dan Lingkungan
- g. Tema Penelitian : Analisis, Desain, dan Evaluasi Pengembangan Perangkat Lunak
- h. Topik Penelitian : Model proses industri untuk meningkatkan recovery produk dan mengurangi limbah
- i. Renstra Penelitian : Program Studi
- j. Rumpun Ilmu : Teknik Kimia

**B. SUBSTANSI PENELITIAN**

**Data Mitra**

- a. Nama Mitra :
- b. Alamat Mitra :

**C. ANGGOTA PENELITIAN**

**1. Anggota Internal**

Nama Anggota Internal : -

**2. Anggota Mahasiswa**

Nama Anggota Mahasiswa : -

**3. Anggota Eksternal**

Nama Anggota Eksternal : -

## LAPORAN AKHIR PENELITIAN

**Ringkasan penelitian** berisi: (i) latar belakang penelitian, (ii) tujuan penelitian, (iii) tahapan metode penelitian, (iv) luaran yang ditargetkan, (v) uraian TKT penelitian yang ditargetkan serta (vi) hasil penelitian yang diperoleh sesuai dengan tahun pelaksanaan penelitian.

### RINGKASAN

Emas indah dan abadi. Emas umumnya dalam bentuk permata, koin, ornamen, dan mata uang. Di alam emas bercampur perak, tembaga dan logam lainnya bijih sulfida seperti pirit,

**Kata kunci** maksimal 5 kata kunci. Gunakan tanda baca titik koma (;) sebagai pemisah dan ditulis sesuai urutan abjad.

tetrahedrit, kalkopirit, dan arsenopirit. Pemrosesan bijih emas mengikuti rute penghancuran, penggilingan, pencucian, adsorpsi emas yang terlindih ke adsorben, elusi dan elektrowinning. Emas diambil dari larutan pelindian dengan prosedur seperti elektrowinning, sementasi, ekstraksi pelarut dan adsorpsi. Adsorpsi adalah salah satu metode yang paling efektif karena biayanya yang rendah, pengoperasian yang mudah, keefektifan tinggi, dan keekonomisan. Namun studi tentang adsorpsi dan desorpsi emas (eluen) pada proses industri masih kurang. Fenomena proses adsorpsi dan elusi emas secara fundamental penting untuk dipahami agar permasalahan teknis dapat lebih mudah diatasi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perilaku leaching-adsorpsi recovery emas dari eluen industri menggunakan karbon dan pelarut NaCN. Selain itu, penelitian juga memiliki tujuan: 1] Untuk melakukan analisis karakterisasi sampel batuan dari Wonogiri. 2] Untuk melakukan proses adsorpsi-desorpsi emas dari eluen dengan menggunakan sistem adsorpsi-desorpsi siklis yang baru diusulkan. 3] Mengusulkan kondisi optimal proses adsorpsi-desorpsi (dari perspektif ekonomi)

Tahapan Metode Penelitian yang digunakan adalah karakterisasi sampel batuan dari Wonogiri, leaching sampel secara siklis selama 3 hari dengan berbagai variable, leaching-adsorpsi siklis 3 hari untuk mendapat kondisi optimal, analisis ekonomi untuk industri kecil dan menengah. Luaran penelitian ini direncanakan artikel ilmiah yang akan dipublikasikan pada jurnal internasional terindeks Scopus (International Journal of Technology (IJTech)). Tingkat Kesiapterapan Teknologi meliputi: TKT 1 dan beberapa poin di TKT 2.

Karbon Aktif; NaCN, adsorpsi; emas, Wonogiri

**Hasil pelaksanaan penelitian** berisi: (i) kemajuan pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian, (ii) data yang diperoleh, (iii) hasil analisis data yang telah dilakukan, (iv) pembahasan hasil penelitian, serta (v) luaran yang telah didapatkan. Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. **Penyajian data** dan **hasil penelitian** dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta **pembahasan hasil penelitian** didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

### HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN

1. Pengambilan sampel ke Wonogiri sebanyak 5 karung kecil.



## 2. Mixing sampel agar homogen



## 3. Screening sample ke berbagai ukuran.

Sampel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tidak Lolos 16 Mesh	241.5	246	292	280.5	295	273.5	255	323	298	248.5	301	244
Tidak Lolos 20 Mesh	30.72	29.98	29.36	33.09	28.43	30.71	34.17	34.86	44.28	42.89	45.55	37.75
Tidak Lolos 40 Mesh	112.64	112.61	101.22	92.1	87.81	100.35	95.44	105.95	127.94	123.5	132.78	101.57
Tidak Lolos 60 Mesh	77.8	77.18	69.97	66.83	54.51	64.23	60.42	67.79	88.14	81.06	86.99	59.15
Tidak Lolos 80 Mesh	6.13	3.57	5.55	9.5	10.82	8.14	10.82	14.78	18.1	14.18	19.08	22.21
Tidak Lolos 100 Mesh	3.29	7.39	7.03	9.19	5.11	3.09	1.45	1.84	4.82	0.58	0.36	3.29
Tidak Lolos 140 Mesh	74.47	126.75	140.39	186.85	176.86	69.01	90.49	107.25	56.33	53.28	62.48	59.91
Tidak Lolos 200 Mesh	175.95	182.37	111.44	87.7	69.87	129.64	115.43	95.32	63.56	51.45	46.15	94.19
Lolos 200 Mesh	102.84	34.86	15.13	29.72	72.81	125.95	156.65	50.14	145.54	133.85	156.92	237



#### 4. Karakterisasi sampel

A. Di LPPT UGM analisis analisis sampel padatan menggunakan ED-XRF tidak teridentifikasi adanya emas

RDP/7.8.1/LPPT  
Rev. 0  
Halaman 1 dari 1

**LAPORAN HASIL UJI**  
No. Sertifikat : 01194a1.01/X/UN1/LPPT/2021  
No. Pengujian : 21100101194

**Informasi Customer**

Nama : Imam Santosa	Tanggal Penerimaan : 07 Oktober 2021
Alamat : Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta	Tanggal Pengujian : 12 Oktober 2021

**Hasil Pengujian Unsur**

Serbuk Batuan Gunung 8A  
Metode Uji: ED-XRF Kualitatif (Fundamental Parameter/Standardless)

Komponen	Hasil	Standard Deviasi	Satuan
O*	81,50	0,16	mass%
Si	13,03	0,14	mass%
S	0,135	0,003	mass%
K	0,573	0,017	mass%
Ca	0,155	0,009	mass%
Ti	0,129	0,004	mass%
Fe	4,166	0,021	mass%
Cu	0,256	0,002	mass%
Zn	163,8	5,4	mg/kg
As	413,8	4,3	mg/kg

\*Analyzed as balance

B. Dilab terpadu UI 400 gram sampel yang dileaching dengan larutan 1 liter NaCN 4 gram dianalisis dengan AAS teridentifikasi Au kurang dari 0,9 mg/L, dianalisis dengan AAS GF teridentifikasi kandungan Au 22 gr/L.





# UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA LABORATORIUM TERPADU

LAB. INSTRUMENTASI, FISIKA DASAR DAN KIMIA DASAR

Jl Kaliurang Km 14,5 Yogyakarta 55584 Telp./WA: 0856-4021-4627  
Website: <http://labterpadu.uii.ac.id> , e-mail : [lab\\_terpadu@uui.ac.id](mailto:lab_terpadu@uui.ac.id)

Nomor : 18561121/LT-UII/X11/2021

Number

Halaman : 2 dari 2

Page 2 of 2

## **HASIL PENGUJIAN** **TEST RESULT**

No	Label Pelanggan	Label Lab. Terpadu	Parameter	Hasil Uji	Satuan	Metode
1	A.2	18561121-1	Fe	6,798	mg/L	Spektroskopi Serapan Atom
2	A.2	18561121-1	Cu	8,709	mg/L	Spektroskopi Serapan Atom
3	A.2	18561121-1	Zn	<0,056	mg/L	Spektroskopi Serapan Atom
4	A.2	18561121-1	Au (GF)	22,19	µg/L	Spektroskopi Serapan Atom
5	A.2	18561121-1	Ag	0,263	mg/L	Spektroskopi Serapan Atom
6	A.2	18561121-1	Au	<0,900	mg/L	Spektroskopi Serapan Atom



Yogyakarta, 13 Desember 2021

Koordinator Teknis

5. Pembuatan rangkaian alat



6. Menjalankan proses penelitian sesuai kesepakatan dengan promotor.

.....  
.....

**Status luaran** berisi **identitas** dan **status ketercapaian setiap luaran wajib** dan **luaran tambahan** (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan **bukti kemajuan** ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta **lampirkan bukti dokumen** ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan.

**STATUS LUARAN**

Tidak ada mitra penelitian

.....  
.....

**Peran Mitra** berupa **realisasi kerjasama** dan **kontribusi Mitra** baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan dan Pengembangan). **Bukti pendukung** realisasi

kerjasama dan realisasi kontribusi mitra **dilaporkan** sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. **Lampirkan bukti dokumen** realisasi kerjasama dengan Mitra.

## PERAN MITRA

.....  
.....

**Kendala Pelaksanaan Penelitian** berisi **kesulitan** atau **hambatan** yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk **penjelasan jika** pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian **tidak sesuai** dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

## KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN

Ada pergantian promotor Ph.D, kerana kontrak kerja promotor lama di UMP tidak diperpanjang. Promotor meminta penyesuaian metode penelitian untuk menonjolkan keterbaruan penelitian,

Kesulitan mencari alat analisis :

Hasil Karakterisasi sampel menggunakan ED-XRF dari LPPT pada bulan Oktober menggunakan tidak mengidentifikasi adanya emas.

Karakterisasi leaching 400 gram sampel dalam larutan NaCN 1 % menggunakan AAS mengidentifikasi adanya emas kurang dari 0,9 mg/L

Hasil Karakterisasi leaching 400 gram sampel dalam larutan NaCN 1 % menggunakan AAS (GF) dari Lab terpadu UII pada bulan desember mengidentifikasi adanya emas 0,22 mg/L

.....  
.....

**Rencana Tindak Lanjut Penelitian** berisi uraian rencana tindakan lanjut penelitian selanjutnya dengan melihat hasil penelitian yang telah diperoleh. Jika ada target yang belum diselesaikan pada akhir tahun pelaksanaan penelitian, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai tersebut.

## RENCANA TINDAK LANJUT PENELITIAN

Melanjutkan proses penelitian sampai selesai.

.....  
.....

**Daftar Pustaka** disusun dan ditulis **berdasarkan sistem nomor** sesuai dengan urutan pengutipan. **Hanya pustaka yang disitasi/diacu** pada laporan kemajuan saja yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

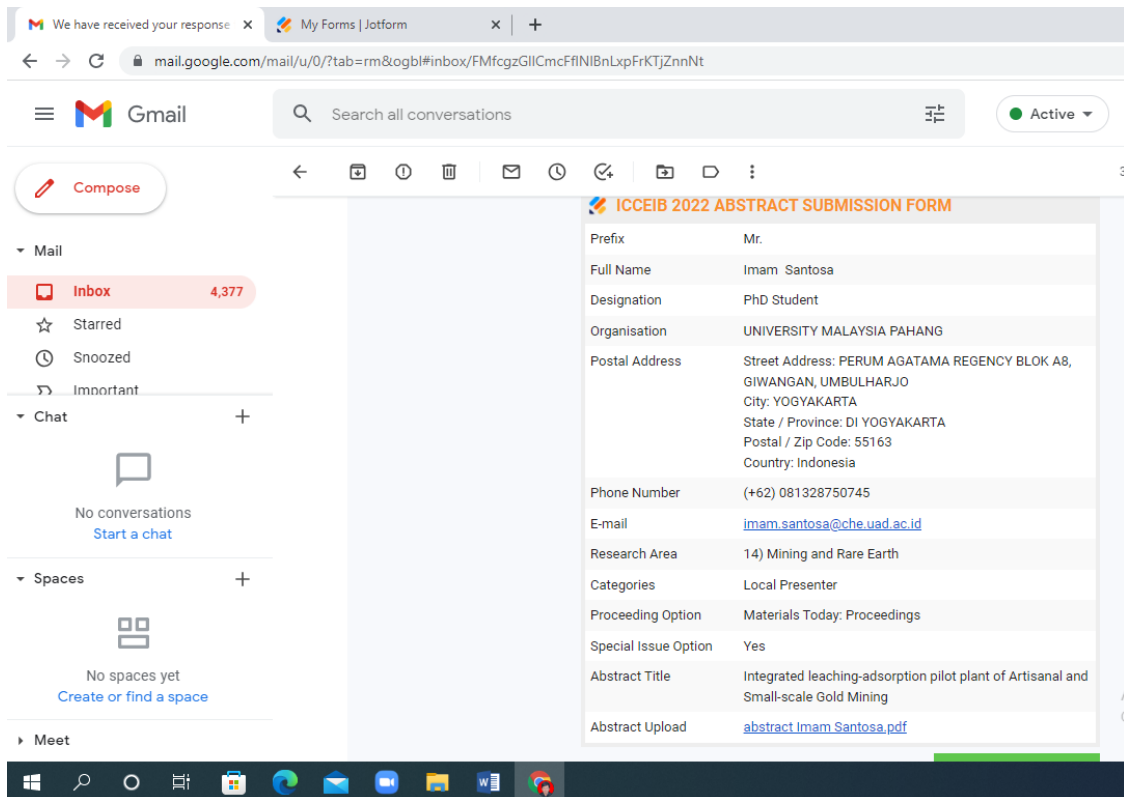
## DAFTAR PUSTAKA

- 1 Anderson, C.G. Alkaline sulfide gold leaching kinetics. Miner. Eng. 2016, 92, 248–256. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2016.01.009>

2. Muir, D. M., (2011). A review of the selective leaching of gold from oxidised copper–gold ores with ammonia–cyanide and new insights for plant control and operation. *Minerals Engineering*, 24(6), pp. 576–582. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2010.08.022>
3. Deschenes, G.; Wallingford, G. Effect of oxygen and lead nitrate on the cyanidation of a sulphide bearing gold ore. *Miner. Eng.* 1995, 8, 923–931. [https://doi.org/10.1016/0892-6875\(95\)00054-T](https://doi.org/10.1016/0892-6875(95)00054-T).
4. De Andrade Lima, L.; Hodouin, D. A lumped kinetic model for gold ore cyanidation. *Hydrometallurgy* 2005, 79, 121–137. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2005.06.001>
5. Bachiller D, Torre M, Rendueles M, Díaz M (2004) Cyanide recovery by ion exchange from gold ore waste effluents containing copper. *Miner Eng* 17:767–774. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2004.01.001>
6. Bellec, S.; Hodouin, D.; Bazin, C.; Khalesi, M.; Duchesne, C., (2009). Modelling and simulation of gold ore leaching. In *Proceedings of the World Gold Conference, Gauteng, South Africa*, pp. 51–60. [http://www.saimm.co.za/Conferences/WorldGold2009/051-060\\_Bellec.pdf](http://www.saimm.co.za/Conferences/WorldGold2009/051-060_Bellec.pdf)
7. Ramesh, A. Hasegawa, H., Sugimoto, W., Maki, T., Ueda, K., (2008). Assorption of Gold (III), platinum (IV) and palladium (II) onto glycine modified crosslinked chitosan resin. *Bioresour. Technol.* 99, 3801-3809. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.07.008>.
8. Spitzer, M., Rodnei, B., (2004). Selective electrochemical recovery of gold and silver from cyanide aqueus effluent using titanium and vitreous carbon cathode, *Hydrometallurgy* 74, 233- 242. <https://doi.org/10.1016/j.hydromet.2004.05.001>
9. D., Adhikari, C.R., Kawakita, Kajiyama, K., Ohto, K, Inoue K., (2008), *React. Funct. Polym.* 68, 1194. *Environ. Sci. Technol.*, 2008. 42 (15), pp 5486–5491. <https://doi.org/10.1007/s13762-015-0809-y>.
10. Liu, L., Bao, C., Jia, Q, Xiao, P., Liu, X., Zhang, Q., (2012). Preparation and Characterization of Chitosan/graphene oxide Composites for the adsorption of Au(III) and Pd(II), *Talanta*, Vol. 93 : 350-357. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2012.02.051>.
11. Marsden, J., and House, I., (2006). *The Chemistry of Gold Extraction : SME*. Daftar pustaka disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan.
12. Akcil, A., Erust, C., Gahan, C.S., Ozgun, M., Sahin, M., Tuncuk, A., (2015). Precious metal recovery from waste circuit boards using cyanide and non-cyanide lixivants-a review, *Waste Manag.*, 45 , pp. 258-271

## Lampiran-Lampiran

1. Bukti luaran wajib
2. Bukti luaran tambahan (Jika ada)



## Draft paper

Integrated leaching-adsorption pilot plant of Artisanal and Small-scale Gold Mining.

Imam Santosa<sup>1,2</sup> and Ainaa Izyan Nafsun<sup>1</sup>, and Anwaruddin Hisyam

<sup>1</sup>Faculty of Chemical & Natural Resources Engineering,

Universiti Malaysia Pahang, 26300 Gambang, Pahang, MALAYSIA

<sup>2</sup>Chemical Engineering Department

Ahmad Dahlan University, Ring Road Selatan Yogyakarta 55166 INDONESIA

## Abstract

Mercury is often used in artisanal and small-scale gold mining (ASGM) to capture fine gold from the ore. Mercury capturing no more than 30 per cent of the gold. Mercury contamination is far worse in Indonesia. Mercury is resulting in serious environmental pollution and human diseases. Cyanide can be used as a substitute for mercury. Cyanide can recover more gold than amalgamated mercury. A local Indonesian product, activated carbon can be used to adsorption gold from cyanide leachate. Cyanide can decompose to a less toxic form. The paper may present real practices of local artisanal gold processing in Wonogiri, covering hydrometallurgical process by using cyanide and activated carbon in a continuous mode. We can highlight the self-designed integrated leaching-adsorption pilot plant.

**Keywords:** Cyanide, artisanal, Wonogiri

## 1. Introduction

Gold is found in very low concentrations in the ore from which it is mined. To collect the gold from the ore it needs to be separated from the other minerals in the ore. To do this the gold needs to be made into a soluble form so that it can be separated from the other minerals as gold is insoluble. To make gold soluble sodium cyanide (NaCN) is added and the cyanide ion forms a complex ion with the gold. This complex ion,  $[\text{Au}(\text{CN})_2]^-$ , is readily soluble.

Cyanide is toxic to animal and plant life and may cause death if exposed to high enough doses. Free cyanide is cyanide ion ( $\text{CN}^-$ ) and hydrogen cyanide (HCN) which is often gaseous as it is volatile. Free cyanide causes cellular asphyxiation.

The dissolved gold in the form of the complex now needs to be separated out and recovered. This can be done by a process called absorption. Absorption is when gaseous or dissolved species attach to a solid surface. A substance called activated carbon is used to absorb the gold. Activated carbon is formed from wood, peat, coal, etc. It is treated so that gold will absorb to its surface. The majority of the gold will absorb onto this activated carbon. The activated carbon is then washed with water or air on screen, and the gold can be further purified by electro winning which use electricity. It is then further refined until the final product is obtained.

The lowest cost gold is normally produced by open pit mining with minimal crushing, followed by dump or heap leaching with cyanide. Gold recovery is usually around 80%, but can be as low as 60%. Recoveries can be improved to 95-99% by grinding to fairly fine particle size, gravity separation, cyanidation and flotation, all of which increase capital and operating costs.

The remaining cyanide in the slurry now needs to be disposed of or recycled in some way.

There are a number of natural processes that get rid of cyanide. Included in this list are:

- Volatilisation – when  $\text{CN}^-$  turns into HCN at low pH's and then this becomes gaseous.
- Absorption – when  $\text{CN}^-$  naturally absorbs onto solid surfaces, e.g. soil particles.
- Microbial degradation – some bacteria naturally break down cyanide.

All of the above processes lowers the cyanide levels to within NZ safety levels and so there is no dangerous cyanide levels entering the environment

## 2. Material and methods

## 2.1. Sample

A gold ore sample originated from an epithermal deposit with a composition.

## 2.1. Cyanide leaching

2.3. Experimental design The effects of NaCN concentration, diameter sample, and pH on gold extraction were subjected to statistical data analysis to determine the optimal parameters in the NaCN leaching experiments

## 2.4. Recovery experiments

## 3. Results and discussion

3.1. Effect of glycine concentration, temperature, and pH on metal dissolution

3.2. Optimization of gold leaching

## 4. Conclusions

3. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan mitra (Jika ada)