

**OPTIMASI PROSES PENETRALAN AIR ASAM TAMBANG
PADA *SETTLING POND* 19 PT DARMA HENWA TBK
JOBSITE PT ARUTMIN INDONESIA *SITE* ASAMASAM**

**TRI OKTA MAULANA
NIM. 2120525310025**



**PROGRAM STUDI MAGISTER
PENGELOLAAN SUMBER DAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2023**

**OPTIMASI PROSES PENETRALAN AIR ASAM TAMBANG
PADA *SETTLING POND* 19 PT DARMA HENWA TBK
JOBSITE PT ARUTMIN INDONESIA *SITE* ASAMASAM**

**TRI OKTA MAULANA
NIM. 2120525310025**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
MAGISTER LINGKUNGAN
pada Program Studi Magister (S2) PSDAL PPs ULM**

**PROGRAM STUDI MAGISTER
PENGELOLAAN SUMBER DAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2023**

Judul : Optimasi Proses Penetralkan Air Asam Tambang Pada
Settling Pond 19 PT Darma Henwa Tbk *Jobsite* PT
Arutmin Indonesia *Site* Asamasam
Nama : Tri Okta Maulana
NIM : 2120525310025

Disetujui,

Komisi Pembimbing



Dr. Ir. Agus Mirwan, S.T., M.T.
Ketua



Prof. Dr. Ir. Hesty Heryani, M.Si, IPU ASEAN Eng
Anggota 1



Dr. Andy Mizwar, S.T, M.Si.
Anggota 2

Diketahui,



Koordinator Prodi S2 PSDAL
Prof. Ir. H. Basir, MS, Ph.D
Tanggal Lulus :



Direktur Pascasarjana ULM
Prof. Dr. Ir. Danang Biyatmoko, M.Si
Tanggal Wisuda :



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
PROGRAM PASCASARJANA**

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

NOMOR : 375/UN8.4/SE/2023

Sertifikat ini diberikan kepada:

Tri Okta Maulana

Dengan judul Tesis:

Optimasi Proses Penetralan Air Asam Tambang pada *Settling Pond* 19 PT Darma Henwa Tbk
Jobsite PT Arutmin Indonesia Site, Asamasam

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi.

Banjarmasin, 21 Juli 2023
Direktur,



Ir. Danang Biyatmoko, M.Si.
196805071993031020

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tri Okta Maulana
NIM : 2120525310025
Program Studi : S2 - Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan
Fakultas : Program Pascasarjana
Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat
Judul Tesis : **“Optimasi Proses Penetralkan Air Asam Tambang pada Settling Pond 19 PT Darma Henwa Tbk Jobsite PT Arutmin Indonesia Site Asamasam”**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tesis yang saya tulis ini benar - benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dicantumkan sebagai kutipan/acuan dalam naskah dengan disebutkan sumber kutipan/acuan dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tesis ini hasil jiplakan, plagiat maupun manipulasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat dan tanpa paksaan dari siapapun.

Banjarbaru, Juli 2023
Yang membuat pernyataan



Tri Okta Maulana
NIM 2120525310025

RINGKASAN

Tri Okta Maulana. 2023. Optimasi Proses Penetralan Air Asam Tambang pada Settling Pond 19 PT Darma Henwa Tbk Jobsite PT Arutmin Indonesia Site Asamasam. Pembimbing: Dr. Ir. Agus Mirwan, S.T., M.T.; Prof. Dr. Ir. Hesty Heryani, M.Si., IPU ASEAN Eng.; Dr. Andy Mizwar, S.T., M.Si.

Air asam tambang merupakan salah satu masalah umum lingkungan sebagai akibat dari kegiatan industri pertambangan. Air asam tambang memiliki karakteristik pH yang sangat rendah dan kandungan logam terlarut dan sulfat yang tinggi. Salah satu metode yang sering digunakan dalam penetralan air asam tambang dengan agen penetral adalah dengan menggunakan kolam *treatment/settling pond*. Proses *treatment* ini memerlukan penambahan agen penetral ke dalam perairan atau melalui sistem pencampuran dan membiarkan terbentuknya endapan di dalam kolam.

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi proses penetralan air asam tambang serta mengoptimalkan proses penetralan air asam tambang yang di tinjau dari segi dosis dan waktu tinggal (*retention time*) yang dilakukan di *settling pond 19*.

Metode penelitian yang digunakan adalah dengan membuat simulasi secara teoritis baik permodelan dengan menggunakan PHREEQC maupun perhitungan untuk mensimulasikan berbagai opsi proses penetralan. Tahapan penelitian dimulai dengan kegiatan observasi dan pengambilan sampel air asam tambang, batu kapur, *sludge*, dan pengambilan data aktual pH *outlet* dan dosis aktual bahan penetral. Kemudian melakukan evaluasi berdasarkan hasil yang uji lab yang telah di lakukan dan melakukan review kesesuaian proses atau kegiatan yang dilakukan di lapangan dengan kondisi ideal. Lalu membuat rekomendasi teknis untuk peningkatan efektivitas dan efisiensi sistem pengolahan air asam tambang *settling pond 19* berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan.

Effluent yang dihasilkan dalam proses penelitian sudah sesuai dengan baku mutu lingkungan ($\text{pH} > 6$), akan tetapi dosis aktual yang diberikan yaitu 0,35 g/l melebihi dosis *jar test* dan interval durasi injeksi bahan penetral selama satu jam dimana nilai tersebut juga melebihi durasi penetralan hasil perhitungan teoritis dan *jar test*. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa proses penetralan dipengaruhi oleh kualitas bahan penetral, jumlah dosis, batas indeks saturasi (presipitasi), proses disolusi bahan penetral, durasi pemberian dosis, dan durasi penetralan. Menurut permodelan dan perhitungan teoritis, rekomendasi teknis untuk optimasi proses penetralan air asam tambang hingga menghasilkan kualitas *effluent* yang memenuhi persyaratan baku mutu air limbah adalah interval durasi pemberian bahan penetral dari setiap 60 menit diubah menjadi setiap 13,6 menit dengan mekanisme pengumpanan terus menerus (*continuous dosing*); penggunaan dosis batu kapur maksimal sebesar 0,22 g/l untuk menghindari peristiwa *oversaturated*, dan penggunaan mekanisme disolusi batu kapur sebelum dilakukan proses injeksi untuk mengurangi kebutuhan waktu tinggal selama 216 detik.

SUMMARY

Tri Okta Maulana. 2023. Optimization of Acid Mine Drainage Neutralization Process at Settling Pond 19 PT Darma Henwa Tbk Jobsite PT Arutmin Indonesia Site Asamasam. Advisor: Prof. Dr. Ir. Agus Mirwan, S.T., M.T.; Prof. Dr. Ir. Hesty Heryani, M.Si., IPU ASEAN Eng.; Dr. Andy Mizwar, S.T., M.Si.

Acid mine drainage is one of the common environmental problems as a result of mining industry activities. Acid mine drainage is characterized by very low pH and high dissolved metal and sulphate content. One method that is often used in neutralizing acid mine drainage with neutralizing agents is by using a treatment pond/settling pond. This treatment process requires adding neutralizing agent to the water or through a mixing system and allowing sediment to form in the pond.

The purpose of this study is to evaluate the acid mine drainage neutralization process and to optimize the acid mine drainage neutralization process in terms of dosage and retention time carried out in settling pond 19.

The research method used is to make theoretical simulations both modelling using PHREEQC and calculations to simulate various neutralization process options. The research stages began with observation and sampling of acid mine drainage, limestone, sludge, and actual data collection of outlet pH and actual dosage of neutralizing agents. Then conduct an evaluation based on the results of the lab tests that have been carried out and review the suitability of the process or activities carried out in the field with ideal conditions. Then make technical recommendations to increase the effectiveness and efficiency of the settling pond 19 acid mine drainage treatment system based on the evaluation that has been carried out.

Effluent produced in the research process was in accordance with environmental quality standards ($\text{pH} > 6$), but the actual dose given, namely 0.35 g/l, exceeds the jar test dose and the interval duration of the neutralizing material injection for one hour where this value also exceeded the duration of neutralization of theoretical calculations and jar tests. The results also showed that the neutralization process was affected by the quality of the neutralizing agent, the amount of dosage, the saturation index limit (precipitation), the dissolution process of the neutralizing agent, the duration of dosing, and the duration of neutralization. According to the modelling and theoretical calculations, the technical recommendations for optimizing the neutralization process of acid mine drainage to produce effluent quality that meets the requirements of wastewater quality standards are the interval duration of neutralizing material administration from every 60 minutes to every 13.6 minutes with a continuous dosing mechanism; the use of a maximum limestone dose of 0.22 g/l to avoid oversaturated events, and the use of a limestone dissolution mechanism before the injection process to reduce the need for a residence time of 216 seconds.





KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
PROGRAM PASCASARJANA
PROGRAM STUDI MAGISTER
PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN

Alamat: Jalan Ahmad Yani KM 36, Banjarbaru Kalimantan Selatan 70714
Telp./Faksimile: (0511) 4777055 | Laman: <http://s2psdal.ulm.ac.id/> | E-mail: psdal.unlam@ulm.ac.id

SURAT KETERANGAN
Nomor: 801/UN8.4.7/DT.02/2023

Bersama ini kami menerangkan bahwa Ringkasan Bahasa Inggris dari Tesis yang berjudul "**Optimization of Acid Mine Drainage Neutralization Process at Settling Pond 19 PT Darma Henwa Tbk Jobsite PT Arutmin Indonesia Site Asamasam**" yang disusun oleh:

N a m a : Tri Okta Maulana
NIM : 2120525310025
Program Studi : Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan
Fakultas : Program Pascasarjana
Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat

telah diperiksa dan diverifikasi Bahasa Inggris yang digunakan sesuai dengan makna dari Ringkasan Bahasa Indonesia yang ditulis oleh mahasiswa yang bersangkutan (ringkasan terlampir).

Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

28 Juli 2023

NIP. 196094091985031006



RIWAYAT HIDUP PENULIS

Penulis lahir di Kotabaru pada tanggal 25 Oktober 1987. Merupakan anak ketiga dari lima bersaudara dari orang tua yang bernama Rusdianto (alm.) dan Ramlah (almh.). Saat ini penulis berdomisi di Kalimantan Selatan, Tepatnya di Jalan Pondok Bambu, Komplek Antero Pondok Raya 2 No 56 Kelurahan Loktabat Utara, Kecamatan Banjarbaru Utara, Kota Banjarbaru.

Penulis menyelesaikan Sekolah Dasar (SD) sampai dengan Sekolah Menengah Atas (SMA) di Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan, kemudian melanjutkan studi jenjang strata 1 di Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

Sejak Tahun 2010 hingga terbitnya Tesis ini, penulis masih berkarya di PT Darma Henwa, Tbk (Site PT Arutmin Indonesia Tambang Asamasam) yang terletak di Desa Asamasam Kecamatan Jorong Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan.

Tri Okta Maulana

PRAKATA

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT atas rahmat taufik dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis ini, yang merupakan salah satu syarat dalam rangkaian tugas akhir mahasiswa Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat Kalimantan Selatan.

Tesis ini berjudul **“Optimasi Proses Penetralan Air Asam Tambang Pada *Settling Pond* 19 PT Darma Henwa Tbk *Jobsite* PT Arutmin Indonesia Tambang Asamasam”** akhirnya dapat penulis selesaikan sesuai target waktu yang telah ditentukan.

Penulis menyadari bahwa penyusunan tesis ini masih banyak kekurangan, karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan penulis, oleh karena itu dengan senang hati penulis menerima kritik dan saran demi kesempurnaan tesis ini, agar bermanfaat dan menambah wawasan kita semua. Tidak lupa penulis ucapkan terima kasih atas bantuan, petunjuk, bimbingan dan arahan yang diberikan semua pihak khususnya Komisi Dosen Pembimbing yaitu: Dr. Ir. Agus Mirwan, S.T., M.T, Prof. Dr. Ir. Hesty Heryani, M.Si, IPU ASEAN Eng, Dr. Andy Mizwar, S.T., M.Si, serta sahabat – sahabat penulis yang selalu menyemangati. Akhir kata semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Banjarbaru, Juli 2023

Tri Okta Maulana

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SERTIFIKAT UJI PLAGIASI	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	v
RINGKASAN.....	vi
SUMMARY	vii
SURAT KETERANGAN RINGKASAN TESIS.....	viii
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Air Asam Tambang	5
2.2 Bahan Penetral Air Asam Tambang.....	9
2.3 <i>Jar Test</i>	10
2.4 Proses Disolusi <i>Calcium Carbonate</i> (CaCO_3).....	11
2.5 <i>Langelier Saturation Index</i> (LSI).....	13
2.6 Reaksi pada Larutan <i>Aqueous</i>	14
2.7 Persamaan Kontinuitas Untuk Perhitungan Waktu Tinggal.....	14
2.8 Uji Mineralogi, Unsur dan Elemen	15

2.8.1 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	15
2.8.2 <i>X-ray Fluorence (XRF)</i>	16
2.9 <i>Geochemical Modelling (PHREEQC Interactive 3.0)</i>	16
III. METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	18
3.2 Alat dan Bahan.....	21
3.3 Metodologi Penelitian	21
3.3.1 Evaluasi Proses Penetralkan Air Asam Tambang	21
3.3.2 Optimasi Proses Penetralkan Air Asam Tambang	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Evaluasi Proses Penetralkan di <i>Settling Pond 19</i>	26
4.1.1 Mekanisme Penetralkan di <i>Settling Pond 19</i>	26
4.1.2. Karakteristik Air Sampel di <i>Settling Pond 19</i>	26
4.1.3. Karakteristik Batu Kapur di <i>Settling Pond 19</i>	28
4.1.4. Karakteristik Lumpur di <i>Settling Pond 19</i>	30
4.1.5. Penggunaan Batu Kapur dan Data Debit di <i>Settling Pond 19</i>	32
4.1.6. Waktu Tinggal Teoritis dan Durasi Penetralkan	33
4.2 Optimasi Proses Penetralkan di <i>Settling Pond 19</i>	34
4.2.1. Penentuan Dosis dengan Permodelan PHREEQC	34
4.2.2. Penentuan Nilai Indeks Saturasi.....	35
4.2.3. Dosis Optimal Bahan Penetral	37
4.2.4. Penentuan Waktu Tinggal Optimal	39
V. KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44
LAMPIRAN	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Pembentukan Air Asam Tambang.....	5
2.2 Kolam Pengendapan.....	8
3.1 Peta Lokasi IUPK PT Arutmin Indonesia Tambang Asamasam	18
3.2 Lokasi Kesampaian Daerah Penelitian.....	19
3.3 Lokasi Penelitian – <i>Settling Pond 19</i>	20
3.4 Bagan Alir Penelitian	24
3.5 Bagan Alir Analisa	25
4.1 Data Pengukuran pH <i>Outlet</i>	27
4.2 Hasil uji XRD Sampel Batu Kapur.....	29
4.3 Kadar Mineral CaCO ₃ dan Prediksi pH <i>effluent</i> Menggunakan Permodelan PHREEQC	30
4.4 Hasil uji XRD Sampel Lumpur.....	31
4.5 Dosis Aktual Batu Kapur di <i>Settling Pond 19</i>	32
4.6 Dosis Kapur dan Prediksi pH <i>Effluent</i> Dengan Permodelan PHREEQC.....	34
4.7 Nilai LSI pada Masing-Masing Dosis CaCO ₃	36
4.8 Kandungan Unsur Lumpur Sedimentasi <i>Settling Pond 19</i>	36
4.9 Perubahan pH terhadap Waktu dalam Berbagai Dosis pada Uji <i>Jar Test</i>	37
4.10 Perbandingan Hasil Permodelan PHREEQC dan <i>Jar Test</i>	38
4.11 Pengaruh pH terhadap kadar besi (II) dan Mangan (II).....	38
4.12 Pengaruh pH terhadap kadar Kadmium (II).....	39
4.13 Grafik Perbandingan Laju Penetralan Antara Reaksi (s)-(aq) dan Reaksi (aq)-(aq)	40
4.14 Simulasi Pemberian Dosis <i>Settling pond 19</i> Berdasarkan Durasi Penetralan Teoritis	42

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Peraturan Gubernur No 36 tahun 2008, Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Penambangan, Pengolahan/Pencucian Batubara.....	8
2.2 Bahan Kimia yang Digunakan Dalam Pengolahan AAT.....	10
2.3 Data Hasil Uji <i>Jar Test</i>	11
3.1 Kapasitas <i>Settling Pond</i> 19.....	19
3.2 Jadwal Rencana Penelitian.....	20
3.3 Peralatan yang Digunakan Dalam Penelitian.....	21
3.4 Bahan-bahan yang Digunakan Dalam Penelitian.....	21
4.1 Data Hasil Uji Kualitas Air.....	27
4.2 Hasil Uji <i>X-Ray Fluorence</i> –Unsur & Senyawa Sampel Batu Kapur	28
4.3 Hasil Uji <i>X-Ray Fluorence</i> –Unsur & Senyawa Sampel Lumpur.....	31
4.4 Kebutuhan Waktu Tinggal untuk Kontak Batu Kapur Terlarut.....	33
4.5 Prediksi Kandungan Logam Pada Penetralan AAT.....	34
4.6 Nilai Indeks Saturasi CaCO_3	35

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Uji Kualitas Air.....	46
2. Uji <i>X-Ray Flourence</i> (XRF) Sampel Batu Kapur.....	48
3. Uji <i>X-Ray Difrraction</i> (XRD) Sampel Batu Kapur	49
4. Uji <i>X-Ray Flourence</i> (XRF) Sampel Lumpur	51
5. Uji <i>X-Ray Difrraction</i> (XRD) Sampel Lumpur	53
6. Uji <i>X-Ray Difrraction</i> (XRD) Batuan	55
7. Spesifikasi Alat Uji XRD & XRF.....	56
8. <i>Jar Test</i>	58
9. Hasil Permodelan PHREEQC	59
10. Detail Perhitungan Indeks Saturasi	60
11. Pengamatan pH Aktual <i>Outlet Settling Pond 19</i>	61
12. Dosis Aktual Penggunaan Batu Kapur di <i>Settling Pond 19</i>	62
13. Volume Air Yang Masuk Di <i>Settling Pond 19</i>	63
14. Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	64

DAFTAR SINGKATAN

AAT	Air Asam Tambang
BML	Baku Mutu Lingkungan
DEWA	PT Darma Henwa, Tbk
IUPK	Ijin Usaha Pertambangan Khusus
LSI	<i>Langelier Saturation Index</i>
SP	<i>Settling Pond</i>
XRD	<i>X-Ray Diffraction</i>
XRF	<i>X-Ray Fluorence</i>