

TUGAS AKHIR

Penetralan pH Air Asam Tambang Menggunakan Metode Pasif *Open Limestone Channel* dengan Penambahan *Fly Ash*, Zeolite, dan Pasir Silika Pada Pengujian Skala Laboratorium

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Dalam Menyelesaikan Program Sarjana Teknik Pertambangan*



Oleh:

RIZKY ANANDA
BP/NIM: 2021/21137145

Konsentrasi : Tambang Umum
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Departemen : Teknik Pertambangan

**DEPARTEMEN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2024**

**LEMBAR PERSETUJUAN
TUGAS AKHIR**

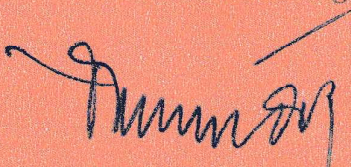
**Penetralan pH Air Asam Tambang Menggunakan Metode Pasif *Open Limestone Channel* dengan Penambahan *Fly Ash*, Zeolite, dan Pasir Silika
Pada Pengujian Skala Laboratorium**

Oleh :

Nama : Rizky Ananda
BP/NIM : 2021/21137145
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Drs. Rusli HAR, M.T.
NIP. 19630316 199010 1 001

Mengetahui,

**Kepala Departemen Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang**



Dr. Ir. Rudy Anarta, S.T., M.T.
NIP. 19780912 200501 1 001

**LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI
TUGAS AKHIR**

Nama : Rizky Ananda
BP/NIM : 2021/21137145
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Tugas Akhir di Depan Tim Penguji
Tugas Akhir Program Studi S-1 Teknik Pertambangan Departemen Teknik
Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

Dengan Judul :
Penetrasi pH Air Asam Tambang Menggunakan Metode Pasif *Open
Limestone Channel* dengan Penambahan *Fly Ash*, Zeolite, dan Pasir Silika Pada
Pengujian Skala Laboratorium

Padang, Januari 2024

Tim Penguji

Tanda Tangan

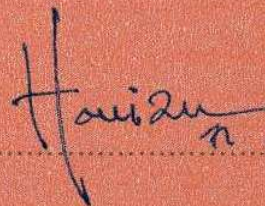
1. Ketua : Dr. Ir. Drs. Rusli HAR, M.T

1. 

2. Anggota : Dr. Ir. Heri Prabowo, S.T., M.T.

2. 

3. Anggota : Ir. Harizona Aulia Rahman, S.T., M.Eng

3. 



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK PERTAMBANGAN

Jalan Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang 25131 Telepon (0751)7055644
Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail : mining@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : *Pitky Ananda*
NIM/TM : *21137145 / 2021*
Program Studi : *S1 Teknik Pertambangan*
Departemen : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul :

” *Penetrasi pH Air Asam Tambang Menggunakan Metode Paris Open
Limestone Channel dengan Penambahan Fly Ash, Zeolit, dan Pasir
Silika Pada Pengujian Skala Laboratorium* ”

Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, *30 Januari 2024*

yang membuat pernyataan,

Diketahui oleh,
Kepala Departemen Teknik Pertambangan


Dr. Ir. Rudy Anarta, S.T., M.T.
NIP. 19780912 200501 1 001



BIODATA

I. Data Diri

Nama Lengkap : Rizky Ananda
No. Buku Pokok : 2021/21137145
Tempat / Tanggal lahir: Takengon / 12 Desember 1999
Jenis Kelamin : Laki- Laki
Nama Bapak : Abd Azhari, S.H.
Nama Ibu : (Almh) Irawati
Jumlah Bersaudara : 2 (dua)
Alamat : Perum Mitra Utama III Blol. B3 No.3,
Banuaran Nan XX, Padang
Telp./Hp : 081269262121



II. Data Pendidikan

Sekolah Lanjutan Atas: SMAN 4 Kota Jambi
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III. Tugas Akhir

Tempat Penelitian : PT. Nusa Alam Lestari
Tanggal Penelitian : 21 Agustus s/d 27 Agustus 2023
Topik Penelitian : Penetralan pH Air Asam Tambang Menggunakan Metode Pasif *Open Limestone Channel* dengan Penambahan *Fly Ash*, Zeolite, dan Pasir Silika Pada Pengujian Skala Laboratorium”

Padang, September 2023

Rizky Ananda
2021/21137145

RINGKASAN

Rizky Ananda. 2023. “Penetralkan pH Air Asam Tambang Menggunakan Metode Pasif *Open Limestone Channel* dengan Penambahan *Fly Ash*, *Zeolite*, dan Pasir Silika Pada Pengujian Skala Laboratorium”.

Fokus dilakukannya penelitian ini didasari oleh kekhawatiran terhadap efek negatif yang ditimbulkan akibat dari pencemaran air asam tambang, air asam tambang yang memiliki pH rendah dan mengandung kontaminan logam berat dapat menimbulkan kerusakan pada lingkungan atau ekosistem. Pada penelitian ini memfokuskan pada usaha penetralan pH air asam tambang dengan memanfaatkan pengelolaan metode pasif yaitu, *open limestone channel* dengan melakukan modifikasi penambahan beberapa bahan yang dianggap mampu menetralkan pH berdasarkan penelitian sebelumnya. Penelitian ini dilakukan melalui tiga kombinasi yaitu, Kombinasi A, Kombinasi B, dan Kombinasi C, yang memiliki perlakuan yang berbeda-beda dengan tiga kali pengulangan pada setiap kombinasinya. Nilai pH awal dari air asam tambang yang digunakan pada penelitian ini adalah pH **3,75**, dan dari hasil pengujian yang dilakukan diperoleh rata-rata akhir nilai pH pada Kombinasi A adalah **6,59**; Kombinasi B adalah **5,68**; dan Kombinasi C adalah **6,48**. Efisiensi peningkatan pH dari pH awal pada masing-masing kombinasi yaitu Kombinasi A sebesar **76 %**, Kombinasi B sebesar **62 %**, dan Kombinasi C sebesar **73%**. Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil penetralan pH antara lain perbedaan perlakuan pada masing-masing kombinasi, adanya kemungkinan pembentukan endapan gipsum, adanya pengaruh gas CO₂, tertutupnya pori bahan uji, dan munculnya lapisan pada permukaan bahan uji yang dapat menurunkan efektifitas bahan penetral terhadap air asam tambang.

Kata Kunci : Air Asam Tambang, Penetralkan pH, *Open Limestone Channel*, *Fly Ash*, *Zeolite*, Pasir Silika

ABSTRACT

Rizky Ananda. 2023. "Neutralizing the pH of Acid Mine Drainage Using the Passive Open Limestone Channel Method with the Addition of Fly Ash, Zeolite, and Silica Sand in Laboratory Scale Tests."

The focus of this research is based on concerns about the negative effects resulting from acid mine drainage pollution, acid mine drainage which has a low pH and contains heavy metal contaminants can cause damage to the environment or ecosystem. This research focuses on efforts to neutralize the pH of acid mine water by utilizing passive management methods, namely, open limestone channels by modifying the addition of several materials which are considered capable of neutralizing the pH based on previous research. This research was carried out using three combinations, namely, Combination A, Combination B, and Combination C, which had different treatments with three repetitions of each combination. The initial pH value of the acid mine water used in this research was pH **3.75**, and from the results of the tests carried out it was obtained that the final average pH value in Combination A was **6.59**; Combination B is **5.68**; and Combination C is **6.48**. The efficiency of increasing pH from the initial pH in each combination is Combination A of **76%**, Combination B of **62%**, and Combination C of **73%**. Several factors that influence the results of pH neutralization include differences in treatment for each combination, the possibility of gypsum deposits forming, the influence of CO₂ gas, closed pores of the test material, and the appearance of a layer on the surface of the test material which can reduce the effectiveness of the neutralizing agent against acid mine water. .

Keywords: Acid Mine Drainage, pH Neutralization, Open Limestone Channel, Fly Ash, Zeolite, Silica Sand

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita sampaikan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Penelitian Tugas Akhir ini dengan judul penelitian **“Penetralan pH Air Asam Tambang Menggunakan Metode Pasif *Open Limestone Channel* dengan Penambahan *Fly Ash*, *Zeolite*, dan Pasir Silika Pada Pengujian Skala Laboratorium”**. Dan dapat diselesaikan dengan lancar dan tepat waktu.

Terselesainya Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak, untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua dan keluarga yang senantiasa selalu memberikan do'a dan dukungan kepada penulis baik dalam bentuk dukungan moril maupun materi selama penulis melakukan kegiatan penelitian hingga menyusun Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Ir. Rudy Anarta, S.T., M.T., selaku Kepala Departemen Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Ir. Adree Octova, S.Si., M.T., selaku Koordinator Prodi S-1 Departemen Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
4. Ibu Ir. Yoszi Mingsi Anaperta, S.T., M.T. selaku Koordinator Prodi D-III Departemen Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.
5. Bapak Dr. Ir. Drs. Rusli HAR, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing penulis dengan sabar dan teliti, sehingga dapat terus mengembangkan pola pikir penulis dalam penyelesaian penulisan Tugas Akhir ini.

6. Bapak Dr. Ir. Heri Prabowo, S.T., M.T., dan Bapak Ir. Harizona Aulia Rahman, S.T., M. Eng. selaku Dosen Penguji/ Pembahas yang telah memberikan masukan, arahan dan saran yang membangun dalam penulisan Tugas Akhir ini.
7. Ibu Dr. Ir. Fadhilah, S.Pd., M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik.
8. Bang Dian Firdaus selaku KTT PT. Nusa Alam Lestari yang telah memperbolehkan dan mendukung dalam melakukan kegiatan Penelitian Tugas Akhir.
9. Bang Depit Wiguna selaku Pembimbing lapangan yang selalu siap mendukung dan memberi pencerahan baik tenaga, waktu dan pikirannya dalam kegiatan Penelitian Tugas Akhir ini.
10. Serta seluruh *Staff* dan Alumni Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang yang bekerja di PT. Nusa Alam Lestari yang sangat berperan penting membantu penulis selama melakukan kegiatan Penelitian Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
11. Para rekan-rekan Mahasiswa/I transfer yang selalu mendukung, membantu, dan menyemangati penulis selama Penelitian Tugas Akhir hingga selesai.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan laporan ini masih jauh dari kata sempurna baik dari segi bahasa maupun dari segi isinya. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca sekalian. Akhir kata besar harapan bagi penulis semoga dengan adanya laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca

laporan ini dalam proses menggali pengetahuan ataupun menambah wawasan terkait pertambangan terutama pada pengelolaan air asam tambang.

Padang, September 2023

Rizky Ananda
TM/NIM : 2021/21137145

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR	ii
LEMBAR PENGESAHAN UJIAN TUGAS AKHIR	iii
SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT	iv
BIODATA	v
RINGKASAN	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GRAFIK	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah	11
C. Batasan Masalah	12
D. Rumusan Masalah	13
E. Tujuan Penelitian	13
F. Manfaat Penelitian	14

BAB II. KAJIAN PUSTAKA	15
A. Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian	15
1. Lokasi Penelitian	15
2. Kesampaian Daerah	15
B. Geologi Daerah Penelitian.....	16
1. Topografi dan Geomorfologi Daerah Penelitian	16
2. Fisiografi Daerah Penelitian	16
3. Geologi Regional	19
4. Iklim dan Curah Hujan	22
C. Air Asam Tambang (AAT)	23
1. Definisi Air Asam Tambang (AAT)	23
2. Pembentukan Air Asam Tambang (AAT)	23
3. Sumber Air Asam Tambang (AAT)	27
4. Ciri-ciri Air Asam Tambang (AAT)	28
5. Tipe Air Asam Tambang	29
6. Pengelolaan Air Asam Tambang (AAT)	31
7. Baku Mutu Air Limbah Pertambangan Batubara	37
D. <i>Open Limestone Channel</i>	40
E. <i>Fly Ash</i> Batubara	42
F. Batu Kapur atau Batu Gamping	43
G. Zeolite	45
H. Pasir Silika	46
I. Penelitian Relevan	47

J. Kerangka Konseptual	55
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	57
A. Jenis Penelitian	57
B. Objek Penelitian	57
C. Jenis dan Sumber Data	58
1. Data Primer	58
2. Data Sekunder	58
D. Alat dan Bahan	59
E. Teknik Pengumpulan Data	59
1. Studi Literatur	59
2. Observasi Lapangan	60
3. Pembuatan Instrumen Pengujian dan Desain Pengujian Air Asam Tambang	60
a. Pembuatan Instrumen Pengujian	60
b. Desain Pengujian Air Asam Tambang	64
4. Pengujian dan Pengambilan Sampel Air Asam Tambang .	70
5. Pengukuran Nilai pH Sampel Air Asam Tambang	78
F. Analisis Data	78
G. Skema Pengujian	78
H. Diagram Alir Peneiltian	80
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	82
A. Nilai pH Air Asam Tambang Pada Masing-Masing Kompartemen	82

1. Nilai pH Air Asam Tambang Kombinasi A	82
a. Kombinasi A-0	83
b. Kombinasi A-1	84
c. Kombinasi A-2	86
2. Hasil Pengukuran Nilai pH Air Asam Tambang	
Kombinasi B	90
a. Kombinasi B-0	91
b. Kombinasi B-1	92
c. Kombinasi B-2	94
3. Hasil Pengukuran Nilai pH Air Asam Tambang	
Kombinasi C	97
a. Kombinasi C-0	98
b. Kombinasi C-1	99
c. Kombinasi C-2	101
B. Perbandingan Hasil Pengukuran Nilai pH Sampel AAT	
Pada Setiap Kombinasi Terhadap Nilai Baku Mutu	105
C. Analisis <i>Treatment</i> dari Kombinasi dengan Efisiensi	
Peningkatan Nilai pH AAT Paling Baik	106
BAB V. PENUTUP	108
A. Kesimpulan	108
B. Saran	109
DAFTAR PUSTAKA	110
LAMPIRAN	116

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Fisiografi Pulau Sumatera	12
Gambar 2. (a) Peta Geologi Cekungan Ombilin, (b) Kolom Stratigrafi Cekungan Ombilin	22
Gambar 3. Grafik Curah Hujan Kota Sawahlunto	22
Gambar 4. Endapan Oksida/Hidroksida Besi (<i>Yellow Boy</i>)	29
Gambar 5. Ilustrasi Teknik <i>Dry Cover</i>	33
Gambar 6. Ilustrasi Sistem Kombinasi PAF dan NAF.....	34
Gambar 7. Sistem <i>Wetland</i> Pada Pengelolaan Air Asam Tambang	36
Gambar 8. Potongan Penampang Dari <i>Open Limestone Channel</i>	41
Gambar 9. Ilustrasi <i>Open Limestone Channel</i>	41
Gambar 10. <i>Fly Ash</i> Batubara	42
Gambar 11. Batu Kapur	44
Gambar 12. Zeolite	45
Gambar 13. Pasir Silika	47
Gambar 14. Kerangka Konseptual	56
Gambar 15. Pemotongan Talang Air PVC	61
Gambar 16. Pemasangan Baut Gypsum Pada Talang Air PVC	62
Gambar 17. Pembagian Kompartemen	62
Gambar 18. Pembuatan Sekat Kompartemen	63
Gambar 19. Pemasangan Sekat dan Tutup Talang Air PVC	64
Gambar 20. Pemecahan Bahan Uji	64

Gambar 21. Pencucian Bahan Uji Dari Pengotor	65
Gambar 22. Penjemuran Bahan Uji	66
Gambar 23. Uji Ayakan Untuk Menentukan Ukuran Bahan Uji	66
Gambar 24. Penimbangan Bahan Uji	67
Gambar 25. Proses Pengisian Bahan Uji	71
Gambar 26. Pengaturan Kemiringan Saluran/ Talang Air	73
Gambar 27. Wadah AAT pada Kompartemen 1	74
Gambar 28. Instalasi Pompa Mini Untuk Mengalirkan AAT	74
Gambar 29. Instalasi Aerator dan Pemberian <i>Fly Ash</i>	75
Gambar 30. <i>Fly Ash</i> Untuk Pengujian	75
Gambar 31. Aliran AAT Menuju Kompartemen Selanjutnya	76
Gambar 32. Pengambilan Sampel AAT Setelah <i>Treatment</i>	76
Gambar 33. Proses Pengukuran pH Sampel AAT	77
Gambar 34. Skema Alat Uji Penelitian	79
Gambar 35. Diagram Alir Penelitian	81

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Tipe Air Tambang	31
Tabel 2. Bahan Kimia untuk Pengelolaan Air Asam Tambang	36
Tabel 3. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan Batubara	37
Tabel 4. Komposisi Kimia <i>Fly Ash</i> PLTU Ombilin	43
Tabel 5. Komposisi Kimia Batu Kapur PT. Semen Padang	44
Tabel 6. Komposisi Kimia Zeolite Secara Umum	45
Tabel 7. Komposisi Kimia Pasir Silika Secara Umum	47
Tabel 8. Alat dan Bahan Penelitian	59
Tabel 9. Ukuran dan Berat Bahan Uji	67
Tabel 10. Spesifikasi Bahan Uji Pada Kombinasi A	71
Tabel 11. Spesifikasi Bahan Uji Pada Kombinasi B	72
Tabel 12. Spesifikasi Bahan Uji Pada Kombinasi C	72
Tabel 13. Hasil Pengukuran Nilai pH Awal AAT	82
Tabel 14. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi A-0	83
Tabel 15. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi A-1	84
Tabel 16. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi A-2	86
Tabel 17. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi B-0	91
Tabel 18. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi B-1	92
Tabel 19. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi B-2	94
Tabel 20. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi C-0	98

Tabel 21. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi C-1	99
Tabel 22. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi C-2	101
Tabel 23. Perbandingan pH AAT Pengujian dengan Nilai Baku Mutu	106
Tabel 24. Perhitungan Efisiensi Masing-Masing Kombinasi Uji Coba	107

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 1. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi A-0	83
Grafik 2. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi A-1	85
Grafik 3. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi A-2	86
Grafik 4. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi A	88
Grafik 5. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi B-0	91
Grafik 6. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi B-1	93
Grafik 7. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi B-2	94
Grafik 8. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi B	96
Grafik 9. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi C-0	98
Grafik 10. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi C-1	100
Grafik 11. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi C-2	101
Grafik 12. Hasil Pengukuran pH AAT Pada Kombinasi C	103

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Peta Lokasi Penelitian PT. Nusa Alam Lestari	116
Lampiran 2. Peta Kesampaian Daerah Penelitian PT. Nusa Alam Lestari	117
Lampiran 3. Peta Topografi PT. Nusa Alam Lestari	118
Lampiran 4. Peta Geomorfologi PT. Nusa Alam Lestari	119
Lampiran 5. Rekap Hasil Pengukuran pH AAT Kombinasi A	120
Lampiran 6. Rekap Hasil Pengukuran pH AAT Kombinasi B	121
Lampiran 7. Rekap Hasil Pengukuran PH AAT Kombinasi C	122
Lampiran 8. Dokumentasi Penelitian	123

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia dengan kekayaan bahan tambangnya yang melimpah ternyata tidak hanya memiliki banyak dampak positif, bahkan dapat turut membawa dampak negatif yang tidak sedikit. Hal ini dapat terjadi apabila dalam kegiatannya tidak dilakukan sesuai kaidah teknik pertambangan yang baik, tidak memenuhi regulasi yang berlaku, maupun kurangnya pengawasan dan penegakan terhadap regulasi yang ada. Regulasi atau peraturan yang telah ditetapkan tentu bertujuan baik, agar menekan, mencegah atau meminimalkan efek atau dampak negatif dari kegiatan pertambangan baik dari sisi ekologis, sosiologis, ekonomi, dan budaya.

Ada banyak konflik atau laporan antara warga dan penggiat lingkungan terhadap perusahaan tambang, karena besarnya efek negatif limbah pertambangan akibat tidak menjalankan kaidah teknik pertambangan yang baik terutama di perusahaan yang tidak menjalankan prinsip *clear and clean* maupun tambang ilegal.

Suprpto (2016), mengungkapkan terdapat ratusan lubang tambang yang menganga dengan ukuran kolam hingga danau, lubang ini merupakan milik ratusan perusahaan pertambangan yang ada di Provinsi Jambi. Lubang-lubang ini dibiarkan tanpa terurus, tanpa ada palang ataupun tanda peringatan bahaya, berdasarkan hasil investigasi pada studi yang dilakukan oleh (JATAM & Walhi Jambi, 2015 dalam Suprpto, 2016) terhadap air pasca tambang pada

penambangan batubara di Provinsi Jambi, ada lima kolam tambang milik salah satu perusahaan yang pH air sebesar 3,4, DHL 320 ohm, TSS 150 mg/l. Tingkat keasaman air yang rendah ini dapat mengindikasikan bahwa kandungan logam berat seperti Fe, Mn, Pb, As, Hg, Se dan B terdapat di dalam kolam yang dilakukan pengujian.

Pencemaran ini akan menyebabkan dampak yang bermacam-macam mulai dari gatal-gatal, muntah, kanker, dan pada jangka panjang logam berat yang terkandung mampu merusak kondisi tubuh terutama organ yang berujung hilangnya nyawa. Akan semakin buruk jika warga mengkonsumsi ikan yang terkontaminasi zat polutan ini, karena logam ini tak bisa dinetralkan tubuh.

Lebih jauh Saturi (2014), mengemukakan fakta telah terjadi pembuangan dan kebocoran zat asam dari bekas lubang dan bekas kolam tambang yang ternyata memiliki kandungan berbahaya yang melebihi ambang batas. Studi yang dilakukan pada salah satu wilayah konsesi pertambangan, menunjukkan kondisi di lokasi ini merupakan yang terburuk dari konsesi lain yang telah dikunjungi. Satu sampel memiliki pH 2,32 dan Mn dengan konsentrasi tinggi. Studi lainnya, di wilayah Kabupaten Tapin, Kalimantan Selatan hasil dari tes ternyata memiliki pH asam yaitu, 3,74. Ditemukannya pula unsur logam berat seperti, Ni, As, dan Hg yang sangat berbahaya jika terakumulasi pada jangka waktu yang lama, berbahaya bagi biota lingkungan air, apabila terserap dapat menjadi racun.

Tidak jauh berbeda dari lokasi sebelumnya yakni di Kalimantan Selatan, (Hartono, 2015) berdasarkan hasil uji yang dilakukan air salah satu

kolam air tambang di Kalimantan Timur memiliki pH 3. Selain jauh dibawah baku mutu, kondisi ini menyebabkan tidak layak nya penggunaan air tersebut terutama untuk mandi dan mencuci. Jika tetap digunakan, secara akumulasi logam berat atau zat kimiawi yang masuk melalui pori-pori ataupun makanan mampu menyebabkan *tremor body* dan kanker.

Beralih ke daerah Samarinda, (Gading, 2021) menyatakan adanya protes besar masyarakat yang mendesak Gakkum KLHK melakukan penyelidikan atas dugaan pelanggaran lingkungan hidup oleh salah satu perusahaan. Dari tudingan sebanyak 9 buah *settling pond* melepaskan limbah mereka yang bermuara di Sungai Santan. Kemudian pada blok timur ada 6 kolam yang disebut melepaskan limbah ke Sungai Palakan. Selanjutnya 3 buah *settling pond* yang terdapat di blok barat melepaskan limbahnya ke Sungai Kare, dan sisanya 2 buah *settling pond* limbahnya menuju ke Sungai Mayang.

Hasil pengujian pada dua lokasi pengambilan sampel di Sungai Palakan memiliki pH yakni 2,73 pada badan sungai, sedangkan untuk bagian muara sungai pHnya 2,69. Bahkan kandungan logamnya melebihi ambang batas, kondisi ini memicu rusaknya sungai, mengganggu kehidupan sosial, ekonomi, budaya dan kesehatan masyarakat yang bermukim di sepanjang sungai.

Bergeser ke utara Kalimantan, Desa Long Loreh, Malinau Selatan, Kabupaten Malinau, (Kamim, 2023) menuturkan dampak buruk limbah pertambangan menyebabkan rusaknya ekosistem Sungai Malinau,

menurunkan produksi hasil pertanian akibat rusaknya sawah yang menjadi sumber pendapatan masyarakat Desa Long Loreh. Studi oleh lembaga JATAM (Affandi *et al.*, 2023 dalam Kamim, 2023) mendapat temuan bahwa sumur-sumur yang menjadi sumber air warga untuk memasak, mencuci, dan minum serta bekerja telah tercemar akibat limbah kegiatan pertambangan, air sumur keruh, berbau, dan sedikit mengandung rasa serta memiliki pH asam. Masyarakat pun harus menempuh 10-20 menit pulang pergi dengan motor untuk urusan mengambil air dan irigasi dari sungai yang belum tercemar, namun jika kondisi tidak memungkinkan warga pun terpaksa menggunakan air sungai yang tercemar untuk mandi dengan resiko gatal-gatal selama beberapa jam setelahnya (Shahbanu *et al.*, 2018 dalam Kamim, 2023).

Sawal & Belseran (2023), menjelaskan tidak hanya dari Pulau Sumatera dan Pulau Kalimantan, datang pula fakta terjadinya kerusakan akibat air limbah pertambangan di Pulau Obi. Sawal & Belseran (2023), turut menyebutkan bahwa sumber air milik warga tercemar akibat limpasan *ore* Ni yang memasuki perairan, beberapa yang terdampak adalah Air Terjun dan Sungai Toduku, serta Sungai Ake Lamo sebagai sungai terbesar di Pulau Obi pun turut tercemar dan rusak, warga pun terpaksa menggunakan air dari sumber ini karena jika membeli air kemampuan ekonomi mereka tidak mencukupi. Riset Aris (2020) dalam Sawal & Belseran (2023), menyatakan bahwa rentetan efek lainnya dari kandungan logam berat yang memasuki perairan adalah terganggunya fisiologi ikan akibat akumulasi dari logam yang

terkandung dimakan oleh plankton dan kemudian dimakan oleh ikan kecil maupun ikan besar.

Mengacu pada efeknya yang buruk, maka kita perlu tahu bagaimana proses terbentuknya air limbah pertambangan atau sering juga disebut air asam tambang mengingat pHnya yang asam, dan turut mengandung kontaminan logam berat.

Proses pada kegiatan pertambangan pasti melakukan pembukaan lapisan tanah maupun batuan, guna mengambil bahan galian berupa batubara, mineral, bijih, dan sebagainya. Lapisan tanah ataupun batuan tersebut pada dasarnya mengandung unsur-unsur mineral, salah satunya mineral golongan sulfida seperti pirit dan marcasite (FeS_2), kalkopirit (CuFeS_2), kovalit (CuS), galena (PbS), dan sfalerit (ZnS), mineral tersebut apabila mengalami kontak dengan udara dan air akan mengalami proses oksidasi dan reduksi yang nantinya dapat menimbulkan terbentuknya air asam tambang (McLemore, 2008 dalam Munawar, 2017).

Menyimpulkan dari artikel yang telah dijabarkan sebelumnya, air asam tambang memiliki nilai pH yang rendah dan berdampak buruk pada lingkungan akibat dari kandungan logam beratnya yang teroksidasi sehingga apabila tercampur atau teralirkan tanpa proses pengolahan terlebih dahulu dan menuju badan air seperti sungai dan danau dapat menyebabkan terganggunya ekosistem perairan, rusaknya daerah perkebunan, persawahan, hilangnya flora ataupun fauna, kemudian dapat menghilangkan atau mengganggu

perekonomian masyarakat, menurunkan tingkat kesehatan masyarakat, dan lainnya.

Untuk itu diperlukan pengolahan terlebih dahulu sebelum nantinya dialirkan ke badan air utama. Berikut beberapa riset yang telah dilakukan dalam upaya menetralkan pH air terutama air asam tambang, riset yang dilakukan (Sari dkk, 2020) melakukan usaha peningkatan kualitas dari air asam tambang dengan memanfaatkan zeolite dan bakteri sebagai media absorpsi melalui proses sedimentasi secara anaerob, hasilnya memperoleh peningkatan pH yaitu dari 2,98 menjadi 5,72 dan penurunan kandungan logam serta nilai TSS.

Dalam risetnya Fadhila dkk (2021), melakukan pencampuran *fly ash*, *bottom ash*, dan kapur. Hasil riset memperoleh pH awal adalah 2,88, dengan penggunaan campuran *FABA* + kapur pH menjadi 7,95, dengan penggunaan kapur pH menjadi 7,9 serta dengan penggunaan *FABA* pH menjadi 6,94.

Nurfasih & Kusuma (2020), pada risetnya menggunakan simulasi pengelolaan air asam tambang dengan metode sistem *open limestone channel* pada skala laboratorium dengan pH awal 2,44 menghasilkan nilai pH dengan rentang 2,93-3,40 pada ukuran butir besar (11 mm), untuk butir sedang (7,12 mm) pH berkisar dari 5,72-6,53, sedangkan pada ukuran butir kecil (4,05 mm) nilai pH berkisar dari 6,25-6,51.

Melalui risetnya Hilwani dkk (2022), melakukan uji kinerja penetralan air asam tambang pada *open limestone channel* dengan penambahan zeolite. Riset ini memanfaatkan air asam tambang sintetis dengan pH 2,5 dan

menyimpulkan penggunaan kombinasi batu kapur dan zeolite memperoleh nilai pH 7,92 pada pangkal saluran dan 7,20 pada akhir saluran.

Saputra dkk (2021), menguji penetralan air asam tambang memanfaatkan *FABA*, tawas dan kapur. Menggunakan air asam tambang sebanyak 400 ml pada pH awal 3,74, pada pemberian 3 gr *FABA*, 0,03 gr kapur, serta 0,25 gr tawas, menunjukkan peningkatan pH menjadi 7,60. Namun dalam riset ini pemakaian tawas hanya dapat berperan dalam memacu kecepatan proses pengendapan dan penjernihan air asam tambang.

Pada penelitian Samosir & Rusli (2021), memanfaatkan penggunaan *fly ash bottom ash* dan tawas untuk menetralkan air asam tambang. Menggunakan 1 gr *FABA* pada air asam tambang dengan volume 200 ml, pH air dari 3,72 naik menjadi 7,3. Penggunaan massa tawas yang semakin besar justru malah membuat pH air asam tambang semakin turun yaitu dari pH 3,72 menjadi pH 3,68. Kemudian dari kombinasi *FABA* + tawas perbandingan 5 : 0,30 pH naik menjadi 7,71.

Menggabungkan 2 buah metode pada risetnya Indra dkk (2014), mencoba penerapan metode *active dan passive treatment* dalam pengelolaan air asam tambang site Lati. Pada riset ini dikembangkan dengan memakai metoda *aerobic wetland, successive alkalinity producing system (SAPS)*, serta *open limestone channel (OLC)*. Hasilnya nilai pH pada WMP 3 LT dengan menggunakan metode *open limestone channel*, pH *inlet* adalah 3,3-3,5 dan pH pada *oulet* adalah 4-6,9. Kemudian WMP 7 LT, menggunakan kombinasi *treatment open limestone channel dan wetland*, pH *inlet* berkisar pada 3-5 dan

pH *outlet* adalah 6,2-8,2. Untuk WMP 12 LT pH *inlet* berkisar pada pH 3-5,5 dan pH pada *outlet* 6,6-8.

Artidarma dkk (2021), mencoba menggunakan metode saringan pasir lambat (SPL) dengan ketebalan pasir 110 centimeter sebagai penyaring air Sungai Kapuas, dan nantinya akan dilakukan analisis mutu. Menggunakan metode *down flow*, pH sebelum perlakuan adalah 5,6 serta hasil dari penyaringan dengan memakai pasir tepi pantai 1, pasir tepi pantai 2, pasir silika 1, serta pasir silika 2 nilai pH air naik menjadi 7; 6,9; 7,1; 6,9. Pada kekeruhan bernilai 35,2 NTU dan hasil dari penyaringan bernilai (1,21; 1,7; 16,0; 2,87) NTU. Nilai TDS sebelum penyaringan 122,4 mg/l dan setelah penyaringan (90,5; 88,1; 127,5; 80,5) mg/l. Parameter zat organik awal 102,71 dan setelah penyaringan 77,92; 63,82; 98,99; 98,17.

Selain yang ada pada penjabaran dalam riset sebelumnya, beberapa cara yang dilakukan dalam mengolah air asam tambang seperti pengolahan metode aktif yaitu penanganan air asam tambang dengan cara memberikan penambahan bahan yang memiliki sifat basa seperti pemberian kapur tohor (Pranata, 2018), lalu ada pengolahan metode pasif yaitu sebuah proses pengolahan dimana tidak perlu intervensi, operasi atau *maintance* oleh manusia secara terus menerus, mengandalkan terjadinya proses bio-geokimiawi, yang berjalan secara terus menerus secara alami dalam peningkatan pH dan pengendapan logam-logam terlarut. Sistem ini mengandalkan atau menggunakan energi yang tersedia secara natural contohnya kemiringan lokasi, energi metabolisme dari mikroba, fotosintesis

dan energi kimia dan perlu perawatan secara rutin akan tetapi jarang diperlukan dalam beroperasi sepanjang umur rancangannya (Pranata, 2018). Proses yang terjadi tidak memerlukan sumber tenaga besar atau tambahan bahan kimiawi lain setelah konstruksi dan dapat berumur hingga berpuluh tahun dengan campur tangan manusia yang minimum (Gusek, *GARD Guide* 2009 dalam Pranata, 2018).

Sebagai contoh sistem pengolahan metode pasif dapat dilakukan melalui sistem *anoxic limestone drains*, *wetland*, dan *open limestone channel* (Skousen *et al*, 2019), serta pengolahan langsung di lapangan dengan cara menutup batuan yang memiliki potensial membentuk air asam tambang menggunakan material yang tidak berpotensi membentuk air asam tambang (Adiansyah, 2021).

Dalam perkembangan penelitian pengolahan air asam tambang ada beberapa bahan yang dapat dan terbukti mampu menetralkan nilai pH air asam tambang, seperti arang karbon aktif tempurung kelapa (Desiana dkk, 2022), zeolite (Sari dkk, 2020), bakteri pereduksi sulfat (Perala dkk, 2022), eceng gondok (Yunus & Nopi, 2018), *soda ash* (Rianti dkk, 2021), *FABA* (Samosir & Rusli, 2021), kapur tohor (Rianti dkk, 2021) dan lainnya.

Guna meminimalkan atau mencegah efek buruk dari limbah pertambangan ini perlu dikembangkan upaya baru dalam pengelolaan air asam tambang. Maka dari itu penulis ingin melakukan uji coba melalui penelitian tugas akhir ini dengan mengkombinasikan beberapa bahan berdasarkan riset sebelumnya yang telah teruji mampu menaikkan pH air asam tambang

kedalam sebuah metode pengolahan air asam tambang yakni, *open limestone channel*. Beberapa bahan yang akan penulis gunakan pada penelitian ini adalah *fly ash*, batu kapur, zeolite, dan pasir silika yang nantinya akan dilakukan pada skala laboratorium atau skala kecil.

Penelitian ini akan menggunakan tiga buah kombinasi yang akan dinamai Kombinasi A, Kombinasi B, dan Kombinasi C. Masing-masing Kombinasi akan memiliki urutan bahan, ukuran bahan, dan perlakuan bahan yang berbeda-beda, kemudian akan di posisikan pada saluran atau kompartemen uji, Kombinasi A akan menggunakan urutan bahan : air asam tambang, *fly ash*, zeolite, pasir silika, batu kapur, Kombinasi B akan menggunakan urutan bahan : air asam tambang, *fly ash*, pasir silika, batu kapur, zeolite, dan Kombinasi C akan menggunakan urutan bahan : air asam tambang, *fly ash*, batu kapur, zeolite, pasir silika.

Saluran pada setiap Kombinasi akan memiliki gradien atau kemiringan saluran yang berbeda, dan akan dilakukan perulangan sebanyak 3 kali pengujian untuk setiap kombinasinya, serta akan dilakukan pengambilan sampel untuk dilakukan pengukuran nilai pH pada masing-masing kompartemen, kemudian akan dilakukan perbandingan dengan mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 113 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan Batubara dengan harapan memperoleh Kombinasi yang paling efisien dalam menetralkan air asam tambang.

Untuk lokasi penelitian ini sendiri akan dilakukan di PT. Nusa Alam Lestari, berdasarkan hasil observasi posisi kolam air asam tambang ini sendiri berada pada area *stockpile* batubara milik perusahaan, kondisi air yang tidak selalu kontinu dialirkan menyebabkan terjadinya pengendapan air yang pada akhirnya memicu terjadinya penurunan pH air, pada kondisi yang dialami perusahaan didapati nilai pH air pada kolam memiliki pH 3,75 yang artinya sudah dibawah nilai ambang batas baku mutu.

Berdasarkan paparan yang telah penulis kemukakan, maka penulis ingin melakukan penelitian tugas akhir dengan mengangkat judul, **“Penetralan pH Air Asam Tambang Menggunakan Metode Pasif *Open Limestone Channel* dengan Penambahan *Fly Ash*, *Zeolite*, dan Pasir Silika Pada Pengujian Skala Laboratorium”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diambil beberapa identifikasi masalah, yaitu:

1. Kegiatan pertambangan dapat membuat terbukanya batuan atau lapisan yang mengandung mineral sulfida yang dapat memicu terjadinya air asam tambang.
2. Adanya efek negatif dari terbentuknya air asam tambang yang dapat mencemari tanah dan badan air yang akan mengganggu perekonomian masyarakat, hilangnya sumber air baku, mengganggu keberlangsungan ekosistem air, serta dapat membunuh flora dan fauna yang ada pada sepanjang aliran air yang tercemar.

3. Buruknya efek jangka pendek maupun jangka panjang dari pengelolaan air asam tambang yang buruk, hingga mampu menyebabkan gangguan kesehatan masyarakat berupa gatal, mual, tremor, kanker, bahkan dapat berujung kematian.
4. Perlu adanya pengembangan opsi atau solusi maupun cara baru dalam usaha pengelolaan air asam tambang.

C. Batasan Masalah

Mengingat luasnya bahasan dan keterbatasan waktu yang dimiliki, maka perlu adanya pembatasan masalah pada penelitian tugas akhir ini, yaitu sebagai berikut :

1. Percobaan pada penelitian ini menggunakan 3 (tiga) kombinasi *treatment* yang berbeda pada skala labor atau skala kecil dengan metode eksperimen.
2. Pada penelitian ini tidak melakukan kajian pada nilai ekonomi bahan yang dilakukan pengujian.
3. Pada penelitian ini tidak memperhitungkan kondisi curah hujan maupun penguapan terhadap kegiatan penelitian.
4. Pada penelitian ini tidak mengkaji penyebab atau proses terbentuknya air asam tambang pada daerah penelitian.
5. Pada penelitian ini tidak memperhitungkan atau memprediksi masa pakai dari masing-masing bahan pengujian.
6. Pada penelitian ini akan diambil sampel air asam tambang pada masing-masing kompartemen untuk dilakukan pengujian nilai parameter pH.

7. Pada penelitian ini tidak melakukan kajian terkait efek yang terjadi pada akibat uji coba ini.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan dari identifikasi masalah dan batasan masalah, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Berapakah nilai pH air asam tambang pada masing-masing kompartemen jika menggunakan *treatment* Kombinasi A, Kombinasi B, dan Kombinasi C?
2. Apakah dari perbandingan hasil pengukuran nilai pH air asam tambang pada setiap Kombinasi telah memenuhi baku mutu sesuai dengan acuan pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 113 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan Batubara?
3. *Treatment* dari kombinasi manakah yang memiliki hasil efisiensi peningkatan nilai pH air asam tambang paling baik?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari sebuah penelitian adalah untuk mengkaji dan menjawab masalah yang timbul pada suatu objek pengamatan atau pengujian. Sehingga pada penelitian terkait air asam tambang ini memiliki tujuan untuk :

1. Menganalisis nilai pH air asam tambang pada masing-masing kompartemen jika menggunakan *treatment* Kombinasi A, Kombinasi B, dan Kombinasi C.

2. Membandingkan apakah dari hasil pengukuran nilai pH air asam tambang pada setiap Kombinasi telah memenuhi baku mutu sesuai dengan acuan pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 113 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pertambangan Batubara.
3. Menganalisis *treatment* dari Kombinasi manakah yang memiliki hasil efisiensi peningkatan nilai pH air asam tambang paling baik.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Untuk memenuhi Tugas Akhir Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang dan sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Strata 1 (S1) Teknik Pertambangan.
2. Menambah ilmu, wawasan dan pengalaman tentang aktivitas penambangan di lapangan khususnya pada pengelolaan air asam tambang agar dampak buruk dari limbah hasil kegiatan penambangan dapat dicegah maupun diminimalkan.
3. Mendukung perkembangan pengolahan air asam tambang dengan cara memberikan opsi atau pilihan lain dalam pengelolaan air asam tambang.