

**TESIS**

**PEMODELAN PENYEBARAN MATERIAL PAF DAN NAF,  
SERTA PREDIKSI PEMBENTUKAN AIR ASAM TAMBANG  
PADA PT. BUKIT ASAM *PIT 2* SITE BANGKO BARAT**



Oleh

**DANIA RIZKIE**

**NIM. 03042622226001**

**PROGRAM STUDI MAGISTER  
TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PEMODELAN PENYEBARAN MATERIAL PAF DAN NAF, SERTA  
PREDIKSI PEMBENTUKAN AIR ASAM TAMBANG PADA PT. BUKIT  
ASAM PIT 2 SITE BANGKO BARAT**

**TESIS**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Magister Teknik Pertambangan Pada Program Pascasarjana  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**

**Oleh :**

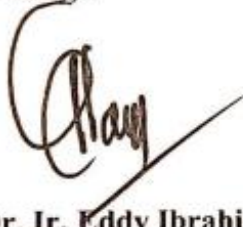
**DANIA RIZKIE**

**NIM. 03042622226001**

**Palembang, 01 Agustus 2024**

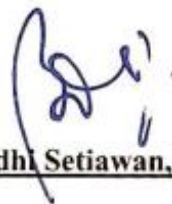
**Pembimbing II**

**Pembimbing I**



**Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S, CP.,  
IPU., ASEAN.Eng., APEC. Eng.**

**NIP.196211221991021001**

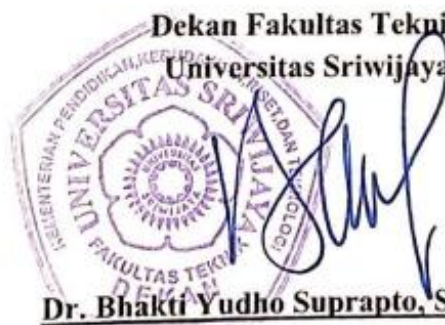


**Budhi Setiawan, S.T, M.T, Ph.D**

**NIP.197211121999031002**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya**



**Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T.**

**NIP.197502112003121002**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Laporan Tesis ini dengan judul "Pemodelan Penyebaran Material PAF dan NAF, Serta Prediksi Pembentukan Air Asam Tambang pada PT. Bukit Asam *Pit 2* Site Bangko Barat" telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Sidang Hasil Tesis Fakultas Teknik, Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya pada tanggal 01 Agustus 2024.

Palembang, 01 Agustus 2024

Ketua :

Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, M.S, M.T. (.....)  
NIP.195909251988111001

Anggota :

1. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S.,  
CP., IPU., ASEAN.Eng., APEC. Eng. (.....)  
NIP.196211221991021001

2. Budhi Setiawan, S.T, M.T, Ph.D (.....)  
NIP.197211121999031002

3. Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, M.S, M.T. (.....)  
NIP.195909251988111001

4. Ir. H. Syamsul Komar, M.Sc, Ph.D (.....)  
NIP.1952121019831003

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya



Dr. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T.  
NIP.197502112003121002

Koordinator Program Studi  
Magister Teknik Pertambangan

A handwritten signature in blue ink, which appears to be 'M. Yusuf'.

Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, M.S, M.T  
NIP. 195909251988111001

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Dania Rizkie  
NIM : 03042622226001  
Judul : Pemodelan Penyebaran Material PAF dan NAF, Serta Prediksi Pembentukan Air Asam Tambang pada PT. Bukit Asam *Pit 2* Site Bangko Barat

Menyatakan bahwa laporan tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan dalam laporan tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari pihak manapun.



Palembang, 01 Agustus 2024



  
Dania Rizkie

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan Tesis ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulisan laporan Tesis yang berjudul "Pemodelan Penyebaran Material PAF dan NAF, Serta Prediksi Pembentukan Air Asam Tambang pada PT. Bukit Asam *Pit 2* Site Bangko Barat" dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister di Program Studi Teknik Pertambangan, Universitas Sriwijaya. Penulis menyadari bahwa penulisan laporan Tesis ini tidak akan berjalan dengan lancar tanpa dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Allah S.W.T., Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan ridha-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tesis.
2. Mama, Papa, Kakak, Abang, dan Adik penulis yang senantiasa mendukung dan membantu selama proses penulisan laporan Tesis.
3. Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE, M.Si, Rektor Universitas Sriwijaya.
4. Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S, CP., IPU., ASEAN.Eng., APEC. Eng., ketua Jurusan Teknik Pertambangan dan Geologi Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan dosen pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan dalam proses penyelesaian laporan Tesis ini.
5. Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, M.S, M.T, Koordinator Program Studi Magister Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya dan dosen penguji I
6. Budhi Setiawan, S.T, M.T, Ph.D. selaku dosen pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan dalam proses penyelesaian laporan Tesis ini.
7. Ir. H. Syamsul Komar, M.Sc, Ph.D selaku dosen penguji II
8. Staf Program Studi Magister Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya
9. Sepryani Sitohang, Yona Yuwana, Lara Sakina, Frizka Indra dan Atikah Damayanti sebagai sahabat yang selalu memberi semangat kepada penulis.

10. Rizky Tanjung, Ramadhan, dan Syafikqo sebagai teman diskusi selama proses penyelesaian laporan tesis.
11. Teman-teman Program Studi Magister Teknik Pertambangan, khususnya mba Hilda, dan mba Lisa, serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan lapran tesis yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT selalu melimpahkan berkah, rahmat, dan karunia-Nya kepada semua pihak yang berperan serta dalam penulisan laporan Tesis ini. Penulis menyadari masih terdapat kekurangan dalam penulisan. Untuk itu, saran dan kritik sangat penulis harapkan untuk memperbaiki penulisan di masa yang akan mendatang.

Palembang, 01 Agustus 2024



Penulis

## RINGKASAN

**BKU PENGELOLAAN SUMBER DAYA BUMI  
PRODI MAGISTER TEKNIK PERTAMBANGAN  
PASCASARJANA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

Karya tulis ilmiah berupa Tesis, 01 Agustus 2024

Dania Rizkie; dibimbing oleh Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S, CP., IPU., ASEAN.Eng., APEC. Eng., dan Budhi Setiawan, S.T, M.T, Ph.D.

**PEMODELAN PENYEBARAN MATERIAL PAF DAN NAF, SERTA  
PREDIKSI PEMBENTUKAN AIR ASAM TAMBANG PADA PT. BUKIT  
ASAM PIT 2 SITE BANGKO BARAT**

xix + 55 halaman, 32 gambar, 6 tabel, 2 lampiran

### RINGKASAN

Material hasil penggalian dari PT. Bukit Asam PIT 2 di Banko Barat menunjukkan adanya keterdapatan lapisan potensi asam dengan litologi batu lempung. Untuk mengatasi keterbentukan air asam tambang yang tidak terkendali, maka perlu dilakukan upaya prediksi serta pencegahan berupa identifikasi material potensi sumber keasaman atau *Potential Acid Forming* (PAF) dan material yang tidak berpotensi membentuk asam atau *Non Acid Forming* (NAF).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik mineralogi dan geokimia material PAF dan NAF, dan pembuatan model penyebaran lapisan PAF dan NAF, serta prediksi laju pembentukan air asam tambang berdasarkan data bor pada lokasi penelitian menggunakan metode uji XRD, uji statik dan uji kinetic.

Pada laporan tesis ini didapatkan karakteristik mineralogi yang berpotensi membentuk air asam tambang berupa kelompok mineral lempung sulfida pada batulempung *overburden* A1, *interburden* A2-B1, dan *interburden* B1-B2. Pada batupasir *overburden* A1 dan *interburden* A1-A2 menunjukkan kandungan






mineralogi berupa kelompok mineral silika. Karakteristik geokimia dari hasil uji statistik pada data bor menunjukkan 69% dari lapisan *overburden* A1, *interburden* A2-B1, dan *interburden* B1-B2 merupakan lapisan PAF. Lapisan NAF tersebar sebanyak 31% pada lapisan *overburden* A1 dan *interburden* A1-A2.

Pemodelan penyebaran lapisan PAF pada model peta isopach menggunakan *Arcgis* 10.8 menunjukkan ketebalan lapisan PAF tertinggi berada pada titik bor BDN 4 dan paling rendah pada BDN 1, BDN 3, Lp 1, Lp 2, dan Lp 3. Hasil Pemodelan menggunakan *minescape* 5.7 menunjukkan *overburden* A1 terdiri dari perselingan lapisan PAF dan NAF, dan lapisan *interburden* A1A2 merupakan lapisan NAF, untuk *interburden* A2B1 dan *interburden* B1B2 merupakan lapisan PAF.

Hasil uji *coloumn leaching test* dengan parameter nilai pH, konduktivitas listrik, konsentrasi logam Fe, Cu, Pb, Mn maka kolom pengujian BDN 1 dapat di prediksi tidak akan membentuk laju air asam tambang dan kolom pengujian BDN 2, BDN 3, BDN 4 dapat di prediksi akan membentuk laju air asam tambang

Kata Kunci : PAF, NAF, *overburden*, *interburden*,

<b>Pembimbing I</b>	<b>Palembang, 01 Agustus 2024</b>
	<b>Pembimbing II</b>
<u>Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S, CP.,</u>	
<u>IPU., ASEAN.Eng., APEC. Eng.</u>	<u>Budhi Setiawan, S.T, M.T, Ph.D</u>
NIP.196211221991021001	NIP.197211121999031002
<b>Mengetahui,</b>	
<b>Koordinator Program Studi</b>	
<b>Magister Teknik Pertambangan</b>	
<b>Universitas Sriwijaya</b>	
	
<u>Dr. Ir. H. Maulana Yusuf, M.S, M.T,</u>	
NIP.195909251988111001	



## **SUMMARY**

***EARTH RESOURCES MANAGEMENT  
MINING ENGINEERING MASTER STUDY PROGRAM  
POSTGRADUATE FACULTY OF ENGINEERING  
SRIWIJAYA UNIVERSITY***

*Scientific papers in the form of thesis, 01 Agustus 2024*

*Dania Rizkie; supervised by Prof. Dr. Ir. Eddy Ibrahim, M.S, CP., IPU., ASEAN.Eng., APEC. Eng., and Budhi Setiawan, S.T, M.T, Ph.D.*

***DISTRIBUTION MODEL OF PAF AND NAF MATERIALS, AND PREDICTION  
THE FORMATION OF ACID MINE DRAINAGE AT PT. BUKIT ASAM PIT 2 SITE  
BANGKO BARAT***

*xix + 55 pages, 32 figures, 6 tables, 2 appendix*

### **SUMMARY**

*Excavated material from PT. Bukit Asam PIT 2 in West Banko shows the presence of a potential acid layer with claystone lithology. To overcome the uncontrolled formation of acid mine drainage, it is necessary to carry out prediction and prevention efforts in the form of identifying materials that are potential sources of acidity or Potential Acid Forming (PAF) and materials that do not have the potential to form acid or Non Acid Forming (NAF).*

*This research aims to analyze the mineralogical and geochemical characteristics of PAF and NAF materials, and create a distribution model for PAF and NAF layers, as well as predict the rate of formation of acid mine drainage based on drill data at the research location using XRD test methods, static tests and kinetic tests.*

*In this thesis report, the mineralogical characteristics that have the potential to form acid mine drainage are found in the form of a group of sulfide*

*clay minerals in A1 overburden, A2-B1 interburden and B1-B2 interburden claystones. The A1 overburden and A1-A2 interburden sandstones show mineralogical content in the form of silica mineral groups. Geochemical characteristics from static test results on drill data show that 69% of the A1 overburden, A2-B1 interburden and B1-B2 interburden layers are PAF layers. The NAF layer is spread as much as 31% in the A1 overburden and A1-A2 interburden layers.*

*Modeling the distribution of the PAF layer in the isopach map model using Arcgis 10.8 shows that the highest thickness of the PAF layer is at drill point BDN 4 and the lowest at BDN 1, BDN 3, Lp 1, Lp 2, and Lp 3. Modeling results using Minecraft 5.7 show overburden A1 consists of alternating layers of PAF and NAF, and the interburden layer A1A2 is the NAF layer, for interburden A2B1 and interburden B1B2 is the PAF layer.*

*Column leaching test results with the parameters of pH value, electrical conductivity, concentration of Fe, Cu, Pb, Mn metals, the BDN 1 test column can be predicted not to form acid mine drainage and the BDN 2, BDN 3, BDN 4 test columns can be predicted. predictions will form the rate of acid mine drainage*

*Keywords: PAF, NAF, overburden, interburden,*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
RINGKASAN .....	vii
<i>SUMMARY</i> .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR .....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	16
1.1 Latar Belakang .....	16
1.2 Rumusan Masalah.....	18
1.3 Tujuan Penelitian .....	18
1.4 Batasan Masalah .....	18
1.5 Manfaat Penelitian .....	19
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1 Air Asam Tambang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.1 Pengertian Air Asam Tambang .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.2 Mineral Pembentuk Air Asam Tambang....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.1.3 Proses Pembentukan Air Asam Tambang..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Material Potensi Air Asam Tambang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1 Karakteristik Mineralogi dan Geokimia Material Potensi Air Asam Tambang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2 Klasifikasi Material Potensi Air Asam Tambang	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Column Leaching Test.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Kondisi Geologi Formasi Muara Enim.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

2.5 The State of The Art.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III METODE PENELITIAN.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.1 Kerangka Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.2 Tahapan Pendahuluan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3 Pengumpulan Data Lapangan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.1 Pengambilan Sampel Batuan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.3.2 Preparasi Sampel .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4 Analisis Laboratorium .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.1 Uji <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.2 Uji Statik .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.2.1 pH Pasta .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.2.2 Total Sulfur .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.2.3 ANC (Acid Neutralizing Capacity) ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.2.4 <i>Maximum Potential Acidity (MPA)</i> ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.2.5 <i>Net Acid Production Potential (NAPP)</i>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.2.6 <i>Net Acid Generation (NAG)</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.3 Uji Kinetik.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.4.3.1 <i>Column Leaching Test</i> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5 Pengolahan dan Interpretasi Data .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.1 Karakteristik Mineralogi dan Geokimia Potensi Air Asam Tambang	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.5.2 Pemodelan Penyebaran Material PAF dan NAF	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.6 Lokasi dan Ketercapaian Daerah Penelitian ...	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3.7 Jadwal Penelitian .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1 Karakterisasi Mineralogi dan Geokimia Potensi Air Asam Tambang....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.1 Hasil Uji Karakterisasi Mineralogi Potensi Air Asam Tambang.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
4.1.1.1 Hasil Uji XRD Overburden A1 .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

- 4.1.1.2 Hasil Uji XRD Interburden A1 – A2 **Error! Bookmark not defined.**
- 4.1.1.3 Hasil Uji XRD Interburden A2 – B1 **Error! Bookmark not defined.**
- 4.1.1.4 Hasil Uji XRD Interburden B1 – B2 **Error! Bookmark not defined.**
- 4.1.2 Hasil Uji Karakterisasi Geokimia Potensi Air Asam Tambang ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.1.2.1 Hasil Uji Statik Overburden A1 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.1.2.2 Hasil Uji Statik Interburden A1 – A2 **Error! Bookmark not defined.**
- 4.1.2.3 Hasil Uji Statik Interburden A2 – B1 **Error! Bookmark not defined.**
- 4.1.2.4 Hasil Uji Statik Interburden B1 – B2 **Error! Bookmark not defined.**
- 4.2 Penyebaran Material PAF dan NAF Pada PIT 2 Di Pada Site Bangko Barat **Error! Bookmark not defined.**
- 4.2.1 Kondisi Stratigrafi Daerah Penelitian ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.2.1.1 Lokasi Pengamatan 1 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.2.1.2 Lokasi Pengamatan 2 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.2.1.3 Lokasi Pengamatan 3 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.2.1.4 Lokasi Pengamatan 4 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.2.1.5 Lokasi Pengamatan 5 ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.2.2 Pemodelan Penyebaran Material PAF dan NAF **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3 Prediksi Laju Pembentukan Air Asam Tambang Pada PIT 2 Di Pada Site Bangko Barat ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.1 Hasil Uji Coloumn Leaching Test ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.1.1 Coloumn Leaching Test Dengan Parameter pH **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.1.2 Coloumn Leaching Test Dengan Parameter Konduktivitas Listrik **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.1.3 Konsentrasi Logam Fe ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.1.4 Konsentrasi Logam Mn ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.1.5 Konsentrasi Logam Pb ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.1.6 Konsentrasi Logam Cu ..... **Error! Bookmark not defined.**
- 4.3.2 Prediksi Laju Pembentukan Air Asam Tambang **Error! Bookmark not defined.**

4.3.3 Pemanfaatan Prediksi Laju Pembentukan Air Asam Tambang .....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.</b>	
BAB V KESIMPULAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.1 . Kesimpulan .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
5.2. Saran.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DAFTAR PUSTAKA .....	xxiv
LAMPIRAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Mineral Sulfida di

Pertamb  
angan....

.....

.....

.....

.....

**Error!**

**Bookm**

**ark not**

**defined.**

Tabel 2. 2 Penggolongan Tipe Batuan Tambang Batubara oleh

SNI.....

.....

**Error!**

**Bookm**

**ark not**

**defined.**

Tabel 3. 1. Jadwal

Penelitia

n.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Error!**

**Bookm**

**ark not**

**defined.**

Tabel 4. 1.Kandungan Logam Terlarut Pada Lindi dan Baku Mutu

Pemban



ding.  
**Error!**  
**Bookmark not defined.**

Tabel 4. 2 Nilai pH Lindi Pada Siklus Penyiraman dari *Column Leaching*

*Test...*  
**Error!**  
**Bookmark not defined.**

Tabel 4. 3. Nilai Konduktivitas Listrik Pada *Column Leaching*

*Test.....*  
.....  
**Error!**  
**Bookmark not defined.**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Kasifikasi Batuan Tambang oleh AMIRA.....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 2. 2 <i>Column leaching test</i> (a) Skala Laboratorium (b) Skala Lapangan..	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 2.3. Stratigrafi dari Formasi Muara Enim.....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 2.4. <i>state of the art</i> .....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>

Gambar 3.2 Ilustrasi (a) <i>Column leaching test</i> (b) Lapisan Kolom.....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 3. 3 Peta daerah penelitian.....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 4.1. Hasil uji XRD pada overburden A1.....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 4. 2. Hasil uji XRD pada overburden A1.....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 4.3. Hasil uji XRD pada interburden A1 - A2.....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 4.4. Hasil uji XRD pada interburden A2 - B1.....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 4.5. Hasil uji XRD pada interburden B1 – B2.....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 4.6. Klasifikasi batuan pada overburden A1 (AMIRA, 2002).....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>

Gambar 4.7. Klasifikasi batuan pada interburden A1 – A2 (AMIRA, 2002)..	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.8. Klasifikasi batuan pada interburden A2 – B1 (AMIRA, 2002)..	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.9. Klasifikasi batuan pada interburden B1 – B2 (AMIRA, 2002)..	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.10. Peta Lokasi Penelitian.....	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.11. Kolom stratigrafi di <i>PIT 2</i> Banko Barat.....	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.12 Singkapan Batuan dan Profil Batuan Pada LP 1.....	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.13 Singkapan Batuan dan Profil Batuan Pada LP 2.....	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>
Gambar 4.14 Singkapan Batuan dan Profil Batuan Pada LP 3.....	<b>Error!</b>
	<b>Bookmark not defined.</b>

Gambar 4.15. Singkapan Batuan dan Profil Batuan Pada LP 4.....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 4.16. Singkapan Batuan dan Profil Batuan Pada LP 5.....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 4.17. Peta Isopach Lapisan PAF Pada Daerah Penelitian.....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 4.18. Peta Sebaran Material PAF dan NAF Pada Daerah Penelitian...	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 4.19. (a) <i>Column leaching test</i> , (b) Litologi Penyusun 4 Kolom Lindi...	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 4.20. Nilai pH Pada 4 Kolom Pengujian.....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 4.21. Nilai Konduktivitas Listrik Pada 4 Kolom Pengujian.....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>
Gambar 4.22. Konsentrasi Logam Fe Pada 4 Kolom Pengujian.....	<b>Error!</b> <b>Bookm</b> <b>ark not</b> <b>defined.</b>

Gambar 4.23. Konsentrasi Logam Mn Pada 4 Kolom Pengujian.....	<b>Error!</b>
	<b>Bookm</b>
	<b>ark not</b>
	<b>defined.</b>
Gambar 4.24. Konsentrasi Logam Pb Pada 4 Kolom Pengujian.....	<b>Error!</b>
	<b>Bookm</b>
	<b>ark not</b>
	<b>defined.</b>
Gambar 4.25. Konsentrasi Logam Cu Pada 4 Kolom Pengujian.....	<b>Error!</b>
	<b>Bookm</b>
	<b>ark not</b>
	<b>defined.</b>

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Pertambangan batubara telah menjadi industri utama di Indonesia, serta merupakan penyedia dari sebagian lapangan pekerjaan dan membantu dalam peningkatan ekonomi. Tidak hanya menghasilkan bahan galian yang memiliki nilai yang ekonomis, terdapat dampak lain yaitu menghasilkan sejumlah keluaran yang merugikan dan berbahaya berupa material sisa dari tambang dan *tailing*. Kegiatan pertambangan yang dimulai dari pengolahan yang dilanjutkan proses pemurnian merupakan kegiatan yang akan memberikan pengaruh pada lingkungan hidup disekitar wilayah tambang. Kegiatan pertambangan dengan aktivitas penggalian dan penimbunan akan menyebabkan tersingkapnya material dari batuan serta menimbulkan kontak antara material batuan dengan udara dan air hujan, sehingga dalam jangka waktu tertentu terjadi proses pelapukan atau perubahan kondisi fisik dan kandungan kimia batuan. Hasil pelapukan dan reaksi kimia yang terjadi pada udara serta mineral bila tercampur dengan aliran air hujan atau rembesan air tanah dapat memberikan perubahan pada kualitas air aliran hujan atau kualitas air tanah (Gautama, 2014).

Aktivitas pertambangan masih menjadi penyumbang utama dari polusi lingkungan yang dapat memberikan dampak buruk untuk ekosistem di sekitar lokasi pertambangan seperti flora dan fauna, organisme di sungai/badan air. Untuk meminimalisir dampak risiko terhadap kerusakan lingkungan harus dilakukan penerapan tahapan perbaikan yang bersifat ramah terhadap lingkungan, sangat penting untuk menyadari dampak yang akan dihasilkan terhadap komponen tanah reklamasi dari hasil kegiatan pertambangan (Wahyudin *et al.*, 2018).

Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 berisi mengenai perlindungan serta pengelolaan lingkungan hidup, pada Pasal 1 ayat (1) berisi bahwa “Perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup adalah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pemeliharaan, pengendalian, pengawasan, dan penegakan hukum” (“Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup,” 2009).

Industri Pertambangan batubara dapat memberikan dampak permasalahan pada lingkungan. Salah satu dampak lingkungan yang masih menjadi permasalahan utama adalah Air Asam Tambang (AAT). Permasalahan lingkungan dan akibat dari produk air asam tambang telah menjadi permasalahan yang belum teratasi hingga sekarang. Air Asam Tambang memiliki ciri yaitu kualitas keasaman yang tinggi ( $PH < 5$ ) merupakan sebuah pencemaran jangka panjang akibat aktivitas pertambangan batubara. Untuk mengatasi kemungkinan yang dapat membentuk AAT pada kawasan tambang batubara secara masif dan tidak terkendali, diperlukan suatu upaya prediksi dan pencegahan dengan cara mengidentifikasi material yang berpotensi akan membentuk keasaman atau disebut *Potential Acid Forming* (PAF) dan material yang tidak akan berpotensi membentuk keasaman atau *Non Acid Forming* (NAF) pada lapisan material *overburden* dan material interburden yang ada pada kawasan tambang batubara (Widyatmaji *et al.*, 2019).

Material lapisan penutup hasil penggalian pada PIT 2 di Bangko Barat



menunjukkan adanya lapisan batuan yang mengandung potensi asam (PAF) berupa lapisan batulempung. Bahan PAF ini akan diekspos di area pembuangan (disposal area). Bilamana lapisan ini terkena air saat cuaca hujan maka akan terjadi proses pembentukan asam dan menyebabkan terbentuknya air tambang yang bersifat asam. Oleh sebab itu, diperlukan sebuah penanganan serius dan cara yang tepat agar dapat meminimalisir terbentuknya air tambang yang bersifat asam yang dapat menghambat upaya revegetasi. (Rif'at, A., 2019).

Identifikasi AAT perlu dilakukan dengan cara pengujian yang terbagi dalam dua kejadian yaitu pengujian statik dan pengujian kinetik, setelah itu dilakukan analisis terhadap hasil pengujian untuk kemudian mengetahui kemampuan menghasilkan AAT Dalam kegiatan pertambangan. (Zahra, 2021)

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik mineralogi dan geokimia material *Potential Acid Forming* (PAF) dan *Non Acid Forming* (NAF) pada PIT 2 di Banko Barat
2. Bagaimana model geometri penyebaran material *Potential Acid Forming* (PAF) dan *Non Acid Forming* (NAF) secara vertikal dan horizontal pada PIT 2 di Banko Barat ?
3. Bagaimana prediksi laju pembentukan air asam tambang pada PIT 2 di Banko Barat ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas, didapatkan tujuan masalah sebagai berikut:

1. Menganalisis karakteristik mineralogi dan geokimia material *Potential Acid Forming* (PAF) dan *Non Acid Forming* (NAF) yang terdapat di PIT 2 di Banko Barat
2. Merekonstruksi model geometri penyebaran material *Potential Acid Forming* (PAF) dan *Non Acid Forming* (NAF) secara vertikal dan horizontal pada PIT 2 di Banko Barat
3. Menganalisis prediksi laju pembentukan air asam tambang pada PIT 2 di Banko Barat

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah yang dimuat dalam penelitian ini berguna sebagai penunjuk dalam menjalankan proses penelitian, batasan-batasan penelitian telah dibuat dalam bentuk rincian sebagai berikut:

1. Penelitian menggunakan data pemboran, dan sampel batuan yang diambil di lapangan pada PIT 2 di Banko Barat.
2. Karakteristik mineralogi pada material yang ada pada daerah penelitian diketahui melalui uji *X-Ray Diffraction* untuk mengetahui komposisi mineral.
3. Karakteristik geokimia dari air asam tambang menggunakan 6 parameter yaitu pH pasta, total sulfur, ANC, MPA, NAPP dan pH NAG. Karakteristik diketahui melalui uji statik batuan asam berdasarkan SNI 6597:2011.
4. Pembuatan model penyebaran material *Potential Acid Forming* (PAF) dan *Non Acid Forming* (NAF) dilakukan dengan menggunakan aplikasi *Minescape 5.7* dan *arcgis 10.8* untuk membantu menggambarkan distribusi dan pelampiran secara spasial batuan PAF dan NAF.
5. Pengujian material *Potential Acid Forming* (PAF) dan *Non Acid Forming* (NAF) dengan metode *Column Leaching Test* dengan standar ASTM, D 4874 – 95 untuk mengetahui prediksi laju dari pembentukan air asam tambang.

6. Simulasi pelindian dilakukan dengan metode *column leaching test* dengan urutan lapisan yang sesuai dengan kondisi lapangan.
7. Kualitas lindi dilihat berdasarkan parameter pH, konduktivitas listrik EC, dan kandungan logam terlarut Fe, Mn, Pb dan Cu.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan dari penelitian yang ingin dicapai, penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat baik secara langsung maupun tidak langsung. Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat teoritis yaitu hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat yaitu:
  - a. Memberikan sumbangan pemikiran bagi pembaharuan ilmu pengetahuan dibidang lingkungan dan pertambangan.
  - b. Sebagai pijakan dan referensi pada penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan analisis dan pemodelan penyebaran material PAF dan NAF, serta pembentukan dan permasalahan mengenai air asam tambang.
2. Manfaat praktis yaitu hasil penelitian dapat bermanfaat sebagai berikut :
  - a. Bagi penulis dapat menambah wawasan dan pengalaman langsung tentang analisis dan pemodelan material PAF dan NAF, serta dapat memberikan prediksi laju pembentukan air asam tambang.
  - b. Bagi perusahaan dapat menambah pengetahuan tentang penyebaran material potensi air asam tambang mengaplikasikannya dalam proses pertambangan batubara.
  - c. Apabila penelitian dikembangkan hingga dapat diaplikasikan ke lapangan. Maka dapat mengetahui prediksi laju pembentukan air asam tambang dan membantu mencegah terbentuknya air asam tambang pada aktifitas pertambangan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abfertiawan, M.S., Palinggi, Y., Handajani, M., Pranoto, K., & Atmaja, A. (2020). Evaluation of Non-Acid-Forming material layering for the prevention of acid mine drainage of pyrite and jarosite. *Heliyon*, 6(11), e05590. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05590>
- Abfertiawan, M.S., Hasan, F., Palinggi, Y., Pranoto, K. 2024. Comparative study of long-term laboratory and field kinetic test for potential acid forming (PAF) materials. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202448502014>
- Albert, R.P., Pinto L.F.S., Miguel, P. 2022. Acidification potential of geological materials in a coal mining area in southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences* 120 (2022) 104103
- AMIRA International, 2002, ARD Test Handbook: Prediction & Kinetic Control of Acid Mine Drainage, AMIRA P387A; Ian Wark Research Institute and Environmental Geochemistry International Ltd.: Melbourne, Australia
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *SNI 6597:2011 tentang Uji Statik Pengidentifikasian Sumber Air Asam Tambang*.
- Budi, Y.S., Yatini, Y. 2021. Korelasi Log Dan Data Laboratorium Untuk Menentukan Kualitas Batubara Di Daerah Bangko Barat, Tanjung Enim, Sumatera Selatan. *Jurnal Geosaintek*, Vol. 7 No. 1 Tahun 2021.
- Devy, S.D., Hendrayana, H., Putra, D.P.E., Sugiharto, E. 2016. Pemodelan Penyebaran Batuan Potensial Pembentuk Asam Pada Kawasan Penambangan Batubara Tambang Terbuka di Muara Lawa, Kabupaten Kutai Barat, Kalimantan Timur. 29-23. *J. MANUSIA DAN LINGKUNGAN*, Vol. 23, No.1
- Gafoer, S., Burhan, G. And Purnomo, J. 1986. Peta Geologi Indonesia Lembar Lahat, Sumatera Selatan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Gautama, R.S., Kusuma, G.J., Abfertiawan, M.S. 2013. study on capping option for overburden encapsulation to prevent acid mine drainage in lati coal mine, kalimantan, Indonesia. *Reliable Mine Water Technology, IMWA 2013 : USA*
- Gautama, R.S., Novianti, Y. S., Supringgo, E. 2014. Review on In-pit Treatment of Acidic Pit Lake in Jorong Coal Mine, South Kalimantan, Indonesia. *China University of Mining anTechnology Press, Xuzhou*

- Gautama, R.S. 2019. *Pembentukan, Pengendalian, dan Pengelolaan Air Asam Tambang*. ITB Press.
- Irviansyah, A., Sitorus, S., Panggabean, A.S. 2020. Identification Rock of Paf, Naf and Uncertain Using the NTAPP Method in The Area of PT. Trubaindo Coal Mining, Melak-East of Kalimantan. *Indo. J. Chem. Res.*, 2020, 7(2), 120-126
- Kim, A.G. 2002. CCB leaching summary: Survey of methods and results. Proceeding paper. *Coal Combustion By-Products and Western Coal Mines: A Technical Interactive Forum*, 179–195.
- Munawar, A. 2017. *Pengelolaan Air Asam Tambang: Prinsip-Prinsip dan Penerapannya*. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). UNIB Press.
- Nugraha, C., Shimada, H., Sasaoka, T., Ichinose., M., dan Manage, M., 2009. Waste Rock Characteristics at Tropical Coal Mine Area: A Case Study of PT. Kaltim Prima Coal, Indonesia, *International Journal of the JCRM*, 5(2):77–82.
- Pemerintah Kota Muara Enim. 2012. Peta Administrasi wilayah Muara Enim <https://www.muaraenimkab.go.id/web/kontent/12/geografis>
- Polawan, S.S.R. 2017. Identification Of Acid Mine Drainage Through The Static Test Methode On Coal Mining. *Jurnal “Gerbang Etam” Balitbangda Kab. Kukar* Vol. 11 No. 1 Tahun 2017
- Putri, I. P., Pitulima, J., Mardiah. 2019. Evaluation of Coal Quality from Mining Front to Stockpile at Pit 1 Banko Barat. PT Bukit Asam Tbk Tanjung Enim. Sumatera Selatan.
- Olds, W. E., Bird, B., Pearce, J. I., Sinclair, E., Orr, M., & Weber, P. A. (2015). Geochemical classification of waste rock using process flow diagrams. *AusIMM New Zealand Branch Annual Conference*, 307–318. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4404.0564>
- Qureshi, A., Maurice, C., & Öhlander, B. (2016). Potential of coal mine waste rock for generating acid mine drainage. *Journal of Geochemical Exploration*, 160, 44–54. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2015.10.014>
- Rajeswari, A., Jackcina Stobel Christy, E., Gopi, S., Jayaraj, K., & Pius, A. (2019). Characterization studies of polymer-based composites related to functionalized filler-matrix interface. In *Interfaces in Particle and Fibre*

Reinforced Composites: Current Perspectives on Polymer, Ceramic, Metal and Extracellular Matrices. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102665-6.00009-1>

- Rif'at, A., Handayani, R.H.E., Syarifuddin. 2019. Evaluasi Penanganan Material Overburden Untuk Mencegah Air Asam Tambang Pada Kegiatan Reklamasi Disekuen Timbunan Backfiling Pit 3 Barat Di Banko Barat Pt. Bukit Asam, Tbk Tanjung Enim Sumatera Selatan.
- Salinita, S. dan Bahtiar, A. (2014), "Pengaruh Struktur Geologi Terhadap Kualitas Batubara Lapisan "D" Formasi Muara Enim", Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara, Vol.10, No.2, hal.91–104.  
<http://doi.org/10.30556/jtmb.Vol10.No2.2014.740>.
- Situru, N.I., Ramli, M. Thamrin, M. 2019. Prediksi Laju Pembentukan Air Asam Tambang dengan Metode Column Leaching Test. Jurnal JPE, Vol. 23, No. 2, Bulan November, Tahun 2019
- Wahyudin, I., Widodo, S., Nurwaskito, A., 2018, Analisis Penanganan Air Asam Tambang Batubara, J.Geomine, 6(2), 85-89
- Widyatmaji, B.N., Pradana, M.I.F., Athian, J. 2019. Pemodelan Penyebaran Material Paf Dan Naf Pada *Pit Tidal, East Block*, Wilayah Pertambangan Batubara Pt. Indominco Mandiri Di Wilayah Teluk Pandan, Kutai Timur, Kalimantan Timur
- Zahra, S.N.M., Widayati, S., Damayanti, R. 2021. Identifikasi Potensi PAF Dan NAF Melalui Metode Uji Statik Pada Batuan Penutup Batubara PT XYZ Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan. Prosiding Teknik Pertambangan, Volume 7, No. 2, Tahun 2021.