

**STUDI GEOKIMIA PADA *CATCHMENT AREA*  
VOID BEKAS TAMBANG BATUBARA**

**ARRIZA LUKMAN HADI  
NIM. 202052510014**



**PROGRAM STUDI MAGISTER  
PENGELOLAAN SUMBER DAYA ALAM DAN LINGKUNGAN  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
2024**

**STUDI GEOKIMIA PADA *CATCHMENT AREA*  
VOID BEKAS TAMBANG BATUBARA**

**ARRIZA LUKMAN HADI  
NIM. 2020525310014**

**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  
2024**

Judul : "Studi Geokimia Pada *Catchment Area Void* Bekas  
Tambang Batubara"  
Nama : Arriza Lukman Hadi  
NIM : 2020525310014

disetujui

Komisi Pembimbing,

Prof. Dr. Ir. H. Yudi Firmanul Arifin, M.Sc  
Ketua

Dr. Ir. Fakhru Razie, M.Si.  
Anggota I

Dr. Ir. Bambang Joko Priatmadi, M.P.  
Anggota II

diketahui

Koordinator Program Studi  
Magister (S2) PSDAL ULM

Dr. Dini Sofarini, S.Pi, M.S.

Direktur Program Pascasarjana ULM

Prof. Dr. Ir. Danang Biyatmoko, M.Si

Tanggal Lulus :

Tanggal Wisuda :



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

**SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI**

NOMOR : 393/UNB.4/SE/2024

Sertifikat ini diberikan kepada:

**Arriza Lukman Hadi**

Dengan Judul Tesis :

Studi Geokimia Pada *Catchment Area Void* Bekas Tambang Batubara

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

Banjarmasin, 24 Juli 2024

Direktur,



Prof. Alex P. Domang Biyatmoko, M.Si

NIP. 196805071993031020



## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Arriza Lukman Hadi  
NIM : 2020525310014  
Program Studi : S2 - Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan  
Fakultas : Program Pascasarjana  
Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat  
Judul : **"Studi Geokimia Pada *Catchment Area* Vold Bekas Tambang Batubara"**

Menyatakan dengan sebenarnya 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 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 2024

Yang membuat pernyataan



Arriza Lukman Hadi  
NIM 2020525310014

## RINGKASAN

Arriza Lukman Hadi. 2024. Studi Geokimia Pada *Catchment Area Void* Bekas Tambang batubara. Pembimbing: Prof. Dr. Ir. H. Yudi Firmanul Arifin, M.Sc., Dr. Ir. Fakhrr Razie, M.Si., dan Dr. Ir. Bambang Joko Priatmadi, M.P.

Air asam tambang (AAT) adalah air yang dihasilkan pada kegiatan penambangan atau pengolahan yang bersifat asam atau memiliki keasaman tinggi dan terbentuk sebagai akibat teroksidasinya mineral sulfida disertai keberadaan air. Sehingga apabila tidak dicegah atau bahkan tidak ditanggulangi dapat memberikan dampak negatif pada lingkungan. Sesuai dengan regulasi setiap perusahaan wajib mempunyai studi geokimia tentang persebaran material PAF/NAF dan kualitas air limbah hasil penambangan, harus memenuhi baku mutu sebelum dialirkan ke badan perairan umum. Saat ini, penentuan material PAF dan NAF hanya mengandalkan penglihatan secara visual dilapangan. Dan, salah satu parameter kualitas air di *void* yaitu pH, Saat ini masih belum memenuhi baku mutu. Sehingga, diperlukan analisis persebaran material PAF/NAF dalam kaitannya dengan pengelolaan air asam tambang.

Penelitian ini merupakan observasi dilapangan terhadap *void* pascatambang M4W pada operasi penambangan batubara di Kalimantan Selatan dan daerah tangkapan hujannya, dimulai dari pengamatan dan pencatatan hasil *coring*, kemudian hasil sampel *coring* dilakukan preparasi yaitu pengeringan dan pengecilan ukuran, kemudian dilakukan uji untuk menentukan material atau batuan yang berpotensi untuk pembentukan asam, yaitu uji statik dengan metode NTAPP (*Net Total Acid Producing Potential*). Setelah dilakukan analisis data, data dimodelkan dengan konsep korelasi, yaitu menghubungkan semua variabel yang memiliki hasil potential acid forming (PAF). Sehingga, data-data tersebut akan terhubung satu sama lain membentuk model tiga dimensi per elevasi. Untuk melihat persebarannya secara manual (3 dimensi) dapat dilakukan dengan membuka file yang sudah dibuat oleh tim dengan menggunakan *software* tambang *Minescape 2023*, akan tetapi untuk melihat secara jelas dan terukur (lengkap dengan elevasi, koordinat, kedalaman, kemiringan lapisan, ketebalan lapisan PAF dan NAF dan lain-lain, secara 2 dimensi) dapat menggunakan sayatan penampang (*section/profile*) baik penampang tegak/melintang (*cross section*) dan penampang sejajar (*long section*) dengan menggunakan *software* yang sama

Dari hasil sampel *coring* dilapangan, diperoleh data lithologi batuan untuk tiap titik pengeboran (titik A, B, C dan D) per kedalaman, kemudian tiap titik bor juga akan mendapatkan hasil laporan uji NTAPP dimana, pada titik *bore hole* A hanya ditemukan 1 *layer* material PAF *low capacity* di elevasi (RL -3.9 mdpl) sampai dengan (RL -4 mdpl). Pada titik *bore hole* B ditemukan 1 *layer* material PAF *low capacity* di elevasi (RL -1 mdpl) sampai dengan (RL -1.6 mdpl), dan 1 *layer* material PAF di elevasi (RL -11.9 mdpl) sampai dengan (RL -12.6 mdpl). Pada titik *bore hole* C hanya ditemukan 1 *layer* material PAF di elevasi (RL +6 mdpl) sampai dengan (RL +2 mdpl). Pada titik *bore hole* D hanya ditemukan 1 *layer* material PAF di elevasi (RL +8.5 mdpl) sampai dengan (RL + 8 mdpl). Selain dari *layer* yang disebutkan diatas untuk semua titik (A, B, C dan D) materialnya adalah NAF. Dari perhitungan, diketahui bahwa material PAF dan NAF yang berada didalam area pengaruh (*boundary catchment area void barrier*) adalah masing masing untuk PAF sebesar 2,6 juta m<sup>3</sup> dan untuk NAF sebesar 5.7 juta m<sup>3</sup> (rasio PAF : NAF = 30 : 70 %).

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut yaitu Persebaran material PAF pada area tangkapan hujan *void* M4W, hanya terdapat pada area *highwall* (area selatan) *void* M4W, dari permukaan (*surface*) rata rata di elevasi + 10 mdpl sampai dengan rata-rata + 15 mdpl adalah material NAF, kemudian dari rata rata + 15 mdpl sampai dengan rata rata + 35 mdpl adalah material PAF dan dari rata rata + 35 mdpl sampai dengan rata rata - 50 mdpl adalah NAF. Dan diperoleh saran yang pertama yaitu, metode *Re-Mining/Re-Cutting* adalah metode pencegahan penanganan air asam terbaik di *void* M4W, dengan cara memotong dinding *void* di area *low wall* yang memiliki sudut *single slope* yang tegak yaitu 34° menjadi 14°, saran yang kedua yaitu, menghamparkan *topsoil*, menanam *cover crop* dan menanam pohon. Perlu dilakukan studi penanganan air asam tambang yang lebih efektif dan *innovative* untuk menaikkan kualitas air didalam *void* yaitu pH dan yang terakhir adalah perlu dilakukan *intensive revegetation* dengan menggunakan metode *hydroseeding* dan penulaman di area *less revegetation* didalam area tangkapan hujan (didalam *void barrier*) *void* M4W.

## SUMMARY

Arriza Lukman Hadi. 2024. *Geochemical Study on Catchment Area Void of the Ex-Coal Mine*.  
Advisor : Prof. Dr. Ir. H. Yudi Firmanul Arifin, M.Sc., Dr. Ir. Fakhur Razie, M.Si., and  
Dr. Ir. Bambang Joko Priatmadi, M.P.

*Acid mine drainage (AMD) is wastewater produced in mining operations that is acidic or has a high acidity category and is formed due to the oxidation of sulfide minerals accompanied by water. So that if it is not prevented or even not overcome, it can hurt the environment. According to regulations, each mining operation must conduct a geochemical study of the distribution of material classification categories to find the potential acid-forming (PAF) or not acid-forming (NAF) materials—the quality of wastewater from mining, which must meet quality standards before flowing into public water bodies. Currently, the determination of PAF and NAF materials only relies on visual sight in the field. One of the water quality parameters in the void, namely pH, still does not meet the quality standards. Thus, analyzing PAF/NAF material distribution in acid mine drainage management is necessary.*

*This research is field observation of the M4W post-mining void of coal mining operation in South Kalimantan and its catchment area, which starts by observing and recording the coring results. The results of the prepared coring samples, namely drying and size reduction, were tests carried out to determine materials or rocks that have the potential for acid formation, namely static tests with the Net Total Acid Producing Potential (NTAPP) method. Data has been collected from the field, and then the analysis is modeled using the concept of correlation, which connects all variables of PAF results. Thus, the data will be connected to form a 3-dimensional model per elevation. To see the distribution manually (3-dimensional) can be done by opening the file that has been created by the team using the Minescape 2023 mining software, but to see clearly and measurably (complete with elevation, coordinates, depth, layer slope, thickness of the PAF and NAF layers and others, in 2 dimensions) can use section/profile incisions both upright /cross section (cross section) and long section (long section) using the same software.*

*From the results of coring samples in the field, rock lithology data is obtained for each drilling point (points A, B, C, and D) per depth, then each drill point will also get the NTAPP test report results where at borehole point A only found one layer of low capacity PAF material at the elevation of -3.9 to -4 meter above sea level (masl). At borehole point B, one layer of low-capacity PAF material was found at -1 to -1.6 masl and one layer of PAF material at -11.9 to -12.6 masl. At borehole point C, only one layer of PAF material was found at +6 to +2 masl. At borehole point D, only one layer of PAF material was found at +8.5 to +8 masl. Apart from the layers mentioned above for all points (A, B, C, and D), the material is NAF. From the calculation, it is known that the PAF and NAF materials within the area of influence (boundary catchment area void barrier) are 2.6 million m<sup>3</sup> of PAF and 5.7 million m<sup>3</sup> of NAF. This PAF: NAF ratio of 30:70% is significant as it indicates the proportion of potentially acid-forming materials to non-acid-forming materials, which is crucial for effective acid mine drainage management.*

*The following conclusions were obtained from the results of the study. Namely, the distribution of PAF material in the catchment area of M4W is only found in the high wall area (southern area) of M4W, from the surface at +10 to +15 masl is NAF material, then from an average of +15 to +35 masl is PAF material and from an average of +35 to -50 masl is NAF. The first suggestion is obtained, namely, the 're-mining by re-cutting method' for handling the acidic water in the M4W post-mining void. This method involves cutting the void wall slope in the low wall area, which has an upright single slope angle of 34° to 14°, to expose non-acid-forming materials, thereby reducing the potential for acid mine drainage. The second suggestion is overlaying topsoil, planting cover crops and planting trees. It is necessary to conduct a more effective and innovative acid mine drainage treatment study to improve the water quality of pH in the void and the intensive revegetation using the hydroseeding and seeding method in the less revegetation area in the rain catchment area (inside the void barrier) of M4W post-mining void.*



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,  
RISET, DAN TEKNOLOGI  
**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT**  
**UPA BAHASA ULM**

Jalan Brigjen H. Hasan Basry Kotak Pos 70123 Banjarmasin  
Telepon/Fax.: (0511) 3308140  
Email: uptbahasa@ulm.ac.id

**SURAT KETERANGAN**

NO: 162/UN8.16/BS/2024

Bersama ini kami menerangkan bahwa Abstrak bahasa Inggris dari judul Thesis:  
*"Geochemical Study on Catchment Area Void of the Ex-Coal Mine"* yang  
disusun oleh:

Nama Mahasiswa : Arriza Lukman Hadi  
Nim : 2020525310014  
Jurusan/Fakultas : PSDAL  
Program : Pascasarjana

telah diverifikasi bahasa Inggris yang digunakan sesuai dengan makna dari abstrak  
asli yang ditulis oleh mahasiswa tersebut di atas. (Abstrak terlampir) Demikian Surat  
Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banjarmasin, July 23, 2024  
Kepala,



Dr. Jumariati, M. Pd.  
NIP. 197608062001122002

## RIWAYAT HIDUP PENULIS

- Nama : Arriza Lukman Hadi
- Tempat dan Tanggal Lahir : Sampit, 13 November 1987
- Alamat : Komplek Kijang Kencana. Jalan Kutilang II, RT 10 / RW 04. Kelurahan Sarang Halang, Kecamatan Pelaihari, Kabupaten Tanah laut, Provinsi Kalimantan Selatan. 70815
- e-Mail : [Lukmanhadiarriza@gmail.com](mailto:Lukmanhadiarriza@gmail.com)
- Nomor Telepon : +62 8115131758
- Status : Kawin
- Pekerjaan : Karyawan Swasta
- Pendidikan Formal : - Tahun 1999 Tamat SDN 2 Kotawaringin Timur Kalimantan Tengah  
- Tahun 2002 Tamat SMPN 2 Kotawaringin Timur Kalimantan Tengah  
- Tahun 2005 Tamat SMAN 1 Kotawaringin Timur Kalimantan Tengah  
- Tahun 2011 Tamat Universitas Pembangunan Nasional (UPN) "Veteran" Yogyakarta
- Pengalaman Profesi : - 2017 sd sekarang : *Section Chief Mine Closure* PT. JBG  
- 2011 - 2017 : *Supervisor Short Term Mine Planning* PT JBG
- Pendidikan Non-Formal : - POM (Pengawas Operasional Madya), By LSP GMB & Energi at Banjarmasin 21 Agustus 2021  
- POP (Pengawas Operasional Pratama), By Kementerian ESDM at Samarinda 09 November 2015

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tesis yang berjudul “Studi Geokimia Pada *Catchment Area Void* Bekas Tambang Batubara”.

Ucapan dan rasa terima kasih yang mendalam kami sampaikan kepada:

1. Ketua komisi pembimbing yth bapak. Prof. Dr. Ir. H. Yudi Firmanul Arifin, M.Sc., dan anggota komisi pembimbing penulisan tesis ini yth. Dr. Ir. Fakhrur Razie, M.Si., dan Dr. Ir. Bambang Joko Priatmadi, M.P.
2. Jajaran manajemen PT Jorong Barutama Greston yang telah memberikan dukungan kepada saya sejak awal perkuliahan hingga pelaksanaan penelitian ini khususnya kepada yth. bapak I Gde Widiada selaku Direktur, *Mine Head* dan Kepala Teknik Tambang.
3. Keluarga besar saya khususnya teruntuk istri saya Risa Kristina Yuriani, kedua putri saya Sabina Rumaisha Hadi dan Shazia Rumadina Hadi yang menjadi penyemangat saya untuk terus bekerja dan belajar.
4. Rekan-rekan dari Kantor TDS (*Technical Development Service*) bapak FX. Adrianto Eko N., ibu Tina Dhewiyani, bapak Wahyudi Herdi Nannov serta rekan rekan dari PT JBG yaitu bapak Endro Laksito, bapak Wendi Mardian Dwi Putra, bapak Muhammad Thoha serta seluruh team *Mine Geology Planning* yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan kegiatan di lapangan.
5. Teman-teman kuliah PSDAL angkatan tahun 2020 yang banyak memberikan dukungan yaitu bapak Catur Cahyadi, bapak Silo Yosua, ibu Septi Uliyani serta kepada semua kawan-kawan dan semua pihak yang telah mendukung dan membantu penelitian ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Semoga semua dukungan yang tulus dari bapak dan ibu dicatat sebagai amal ibadah oleh Allah SWT dan mendapat balasan yang terbaik.

Adapun maksud dan tujuan Tesis ini adalah dalam rangka melengkapi dan memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Lingkungan pada program Pascasarjana Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan.

Penulis berharap agar Tesis ini dapat bermanfaat bagi lingkungan hidup dimana kita berada di dalamnya, dan semoga dapat menjadi alternatif yang dipertimbangkan dalam penyelesaian permasalahan yang dihadapi pada kegiatan pengelolaan air asam tambang atau pada kegiatan lain yang memiliki kemiripan permasalahan. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan Tesis ini, sehingga kami sangat berharap masukan dan bimbingan dari semua pihak, khususnya masukan, koreksi dan bimbingan dari bapak-bapak komisi pembimbing.

Banjarbaru, Juli 2024

Arriza Lukman Hadi

## DEFINISI OPERASIONAL

- Batubara** : Bahan bakar hydro-karbon padat yang terbentuk dari tumbuh-tumbuhan dalam lingkungan bebas oksigen dan terkena pengaruh temperatur serta tekanan yang berlangsung sangat lama (Achmad Priyono, et al, 1992).
- Catchment Area** : Daerah tangkapan hujan adalah suatu kawasan berupa cekungan yang dibatasi oleh pembatas topografi berupa igir yang didalamnya terdapat jaringan sungai, dimana hujan yang jatuh kedalam kawasan ini dikeluarkan melalui satu keluaran (*Outlet*) (Linsley et al,1975).
- Channel** : Paritan atau saluran terbuka adalah sarana dasar dari sistem penyaliran tambang yang berfungsi untuk menampung air limpasan permukaan atau air rembesan yang berasal dari air tanah dan mengarahkan aliran ke sarana pengendalian kualitas air atau langsung ke sumber air alami (Gautama, 2014).
- Coring** : Proses pengambilan sampel atau contoh batuan dari dalam lubang bor.
- Cover Crop** : Tumbuhan atau tanaman yang khusus ditanam untuk melindungi tanah dari ancaman kerusakan erosi dan juga untuk memperbaiki sifat kimia dan sifat fisik tanah.
- Highwall** : Adalah dinding pada tambang terbuka yang merupakan sisi yang berada diatas singkapan.
- Hydroseeding** : *Hydroseeding* adalah adalah suatu metode penanaman dengan mencampurkan biji benih tanaman dan nutrien yang diformulasikan khusus dicampur dan diaduk sedemikian rupa didalam tank *hydroseeding* bersama dengan media air sehingga campuran menjadi homogen, selanjutnya campuran tersebut ditebarkan di permukaan lahan yang terganggu (Pratama, 2016).
- Lowwall** : Adalah dinding pada tambang terbuka yang merupakan sisi yang berada dibawah singkapan.
- Mine Out** : Tahapan atau kondisi dimana suatu tambang telah di eksploitasi sepenuhnya dan sudah tidak produktif lagi untuk penambangan selanjutnya.
- NAF** : Karakteristik geokimia suatu material yang menunjukkan tidak adanya potensi pembentukan asam sehingga tidak akan menghasilkan air asam tambang. (Gautama, 2014)
- PAF** : Karakteristik geokimia yang menggambarkan bahwa suatu material (batuan atau tailing) berpotensi menghasilkan asam. (Gautama, 2014).
- pH** : Nilai numerik yang menggambarkan intensitas kondisi asam atau basa (alkali suatu larutan). Atau secara teknis logaritma timbal balik (*log negative*) konsentrasi ion hidrogen (aktivitas *ion hydrogen*) dalam mol per liter. (Prabowo, 2019).

- Pertambangan** : Sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan, dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, Penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan Pascatambang (Kepmen ESDM No: 1827 K 30 tahun 2018).
- Real Elevation (RL)** : Elevasi atau ketinggian suatu titik lokasi yang di ukur dari titik nol permukaan air laut (mdpl).
- Reklamasi** : Kegiatan yang dilakukan sepanjang tahapan usaha pertambangan untuk menata, memulihkan, dan memperbaiki kualitas lingkungan dan ekosistem agar dapat berfungsi kembalisesuai peruntukannya (Kepmen ESDM No: 1827 K 30 tahun 2018).
- Settling Pond** : Kolam pengendali kualitas air tambang untuk memenuhi baku mutu, sebelum dialirkan ke lingkungan melalui titik pentaatan.
- Total Solid Dissolve** : Istilah yang mengacu pada konsentrasi semua padatan yang terlarut dalam air. Ini termasuk berbagai mineral, garam, logam, serta ion organik dan anorganik.
- Uji Statik** : Adalah langkah awal untuk mengkarakterisasi batuan, menghitung neraca antar pembentuk air asam tambang dan tidak mempertimbangkan laju pembentukan dan penetralan asam. (Gautama, 2014)
- Void** : Danau bekas tambang yang terjadi akibat Sebagian atau seluruh *pit*, setelah penambangan selesai tidak di Kembali, kemudian terisi/diisi air. (Gautama, 2014).
- Void Barrier** : Semacam tanggul yang dibuat disekeliling *void* atau danau bekas tambang yang bertujuan untuk pengamanan *void* dari manusia dan hewan, serta untuk mengurangi daerah tangkapan hujan.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
SERTIFIKAT UJI PLAGIASI .....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	iv
RINGKASAN.....	v
SUMMARY .....	vi
SURAT KETERANGAN VALIDASI RINGKASAN.....	vii
RIWAYAT HIDUP PENULIS.....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DEFINISI OPERASIONAL .....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvi
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xx
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian .....	4
1.5. Manfaat Penelitian .....	4
1.6. Hipotesa.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Kondisi Geologi di <i>Area Void</i> M4W .....	5
2.2. Air Asam Tambang .....	11
2.3. <i>Void</i> .....	15
2.4. Pengeboran.....	17
2.4.1. Metode Pengeboran.....	18
2.4.2. Peralatan Pengeboran.....	19
2.4.3. Tahapan-tahapan Pengeboran.....	22
2.5. PAF & NAF .....	23

2.5.1. Pengertian PAF/NAF .....	23
2.5.2. Proses Pengujian PAF/NAF .....	24
2.5.2.1. Proses Preparasi.....	24
2.5.2.2. Prosedur Kerja.....	24
2.5.2.3. Faktor Penting Dalam Proses Preparasi.....	26
2.5.3. Proses Analisis Kimia dengan Metode Analisa NTAPP .....	27
2.6. Pencegahan dan Mitigasi AAT .....	30
2.6.1. <i>Re-mining/Re-cutting</i> (penambangan/pemotongan kembali) .....	36
2.6.2. Enkapsulasi dan Pelapisan.....	39
2.6.3. <i>Co-Disposal/Inpit Dump</i> .....	40
2.6.4. Penundungan Kering ( <i>Dry Cover</i> ) .....	41
2.6.5. Penundungan dengan Air ( <i>Water Cover</i> ) .....	42
2.7. Metode Penelitian Kualitatif.....	43
III. METODE PENELITIAN.....	46
3.1. Kondisi Lapangan .....	46
3.2. Jadwal Kegiatan Penelitian .....	49
3.3. Alur Kegiatan Penelitian.....	49
3.4. Studi Pustaka .....	50
3.5. Pengumpulan Data.....	49
3.5.1. Observasi Dilapangan.....	50
3.5.2. Data Sekunder .....	52
3.5.2.1. Data Proses Analisis AAT dengan Metode NTAPP di Laboratorium.....	52
3.5.2.2. Data pH di atas Permukaan Air dan dibawah Permukaan air di <i>Void</i> .....	55
3.5.2.3. Proses Perolehan Data Topografi (Kontur)..	56
3.5.2.4. Proses Rekomendasi Analisis Kestabilan Lereng .....	58
3.5.2.5. Proses Perolehan Data <i>Catchment Area</i> (Daerah Tangkapan Hujan) dan Data Curah Hujan ( <i>Rainfall</i> ).....	59
3.6. Analisis Data .....	61
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	62
4.1. Kondisi Umum Daerah Penelitian .....	62
4.2. Hasil Penelitian.....	64
4.2.1. Hasil Sampel <i>Coring</i> di titik A, B, C dan D.....	64
4.2.2. Hasil Analisis NTAPP.....	72
4.2.3. <i>Wellcad Summary</i> .....	78

4.3. Pembahasan.....	78
4.3.1. Model Persebaran PAF/NAF di Area <i>Void</i> M4W .....	78
4.3.2. Alternatif Penanganan Air Asam Tambang.....	84
4.3.2.1. <i>Re-Mining/Re-Cutting</i> .....	84
4.3.2.2. Enkapsulasi dan Pelapisan .....	95
4.3.2.3. <i>Co-Disposal/Inpit Dump</i> .....	96
4.3.2.4. Penundungan Kering ( <i>Dry Cover</i> ).....	96
4.3.2.5. Penundungan Basah ( <i>Water Cover</i> ).....	97
V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	98
5.1. Kesimpulan.....	98
5.2. Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA .....	99
LAMPIRAN .....	103

