

LAPORAN TUGAS AKHIR

**ANALISIS KEBUTUHAN DOSIS KAPUR TOHOR DAN
CHEMICAL ORGANIC COAGULANT DALAM PENETRALAN
AIR ASAM TAMBANG DI PT LEMATANG COAL LESTARI
(LCL)**



RENALDO BAGAS VALENTINO

202231061P

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PRABUMULIH

2023

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KEBUTUHAN DOSIS KAPUR TOHOR DAN *CHEMICAL ORGANIC COAGULANT* DALAM PENETRALAN AIR ASAM TAMBANG DI PT LEMATANG COAL LESTARI (LCL)

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
Pada Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Prabumulih**



Oleh:

RENALDO BAGAS VALENTINO

202231061P

Dosen Pembimbing:

Pembimbing I : Dr. Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si

Pembimbing II : Rodiyah Nursani, S.Si., M.T.

PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS PRABUMULIH

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KEBUTUHAN DOSIS KAPUR TOHOR DAN
CHEMICAL ORGANIC COAGULANT DALAM PENETRALAN
AIR ASAM TAMBANG DI PT LEMATANG COAL LESTARI
(LCL)**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
Pada Program Studi Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Prabumulih**

Oleh:

**RENALDO BAGAS VALENTINO
202231061P**

Pembimbing I

Prabumulih,.....
Pembimbing II

Dr. Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si
NIY : 199106062016080059

Rodiyah Nursani, S.Si., M.T
NIY : 197803012011100028

Ketua Progam Studi
Teknik Pertambangan

Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NIY.19930918 202109 0070

HALAMAN PERSETUJUAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul “Analisis Kebutuhan Dosis Kapur Tohor dan *Chemical Organic Coagulant* Dalam Penetralan Air Asam Tambang di PT Lematang *Coal Lestari* (LCL)” telah diseminarkan dihadapan tim penguji seminar Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Prabumulih pada hari Rabu, 13 Juli 2023 telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan masukan tim penguji sidang Laporan Tugas Akhir. Prabumulih,.....

Tim Penguji Sidang Tugas Akhir

Ketua:

1. Ahmad Husni, S.T., M.T (.....)
NIY : 196910061999100003

Anggota:

2. Dr.Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si (.....)
NIY : 199106062016080059
3. Suhardiman Gumanti, S.T., M.T (.....)
NIY : 197002211999100001
4. Reni Arisanti, S.T., M.T (.....)
NIY : 197803012011100028

Ketua Progam Studi
Teknik Pertambangan

Ridho Yovanda, S.T., M.T.
NIY.19930918 202109 0070

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Renaldo Bagas Valentino

Nim : 202231061P

Prodi : Teknik Pertambangan

Judul : Analisis Kebutuhan Dosis Kapur Tohor dan *Chemical Organic Coagulant* Dalam Penetralan Air Asam Tambang di PT Lematang Coal Lestari (LCL)

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/*plagiat* dalam Laporan Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Prabumulih sesuai yang berlaku. Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar atau tanpa ada paksaan dari siapapun.

Prabumulih, 13 Juli 2023
Yang bersangkutan,

Foto
3X4
Latar
Merah/ Biru

Materai
10000

Renaldo Bagas Valentino

ABSTRAK

ANALISIS KEBUTUHAN DOSIS KAPUR TOHOR DAN *CHEMICAL ORGANIC COAGULANT* DALAM PENETRALAN AIR ASAM TAMBANG DI PT LEMATANG COAL LESTARI (LCL)

Renaldo Bagas Valentino, 202131061P, 2023

xii + 32 halaman, 6 tabel, 11 gambar, 8 lampiran

Air asam tambang (AAT) merupakan salah satu limbah air yang dihasilkan oleh aktifitas penambangan batubara, yang dapat menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan, sehingga perlu dilakukan pengolahan, dengan tujuan untuk meminimalisir dampak negatif yang akan disebabkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tahapan pengolahan AAT, serta menganalisis kebutuhan kapur tohor dan *chemical organic coagulant* di PT Lematang Coal Lestari (LCL). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah yaitu dengan metode observasi lapangan dan wawancara serta dokumentasi sebagai data pendukung. Hasil dari penelitian adalah diketahui tahapan-tahapan pengolahan AAT yang dilakukan PT LCL yaitu dimulai dari pemompaan AAT, pencampuran *chemical organic coagulant*, pengukuran pH saluran inlet, pengapuran saluran inlet, pengecekan warna dan pH air saluran outlet, pencampuran *chemical organic coagulant* dan pengapuran saluran outlet jika diperlukan, serta pengendapan, sedangkan untuk kebutuhan dosis kapur tohor yang diperlukan oleh PT LCL yaitu sebesar 0,32 gr/l dan kebutuhan *chemical organic coagulant* yaitu 0,11 ml/l dalam satu kali pengolahan air AAT.

Kata Kunci : Air Asam Tambang, , Kapur Tohor, *Chemical Organic Coagulant*
Kepustakaan : 18 (1982-2022)

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Kebutuhan Dosis Kapur Tohor dan *Chemical Organic Coagulant* Dalam Penetralan Air Asam Tambang di PT Lematang *Coal* Lestari (LCL)”.

Laporan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Ahli Madya di Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih. Penulis banyak menerima bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Prabumulih Dr. Yuniar Pratiwi, S.Si., M.Si. dan selaku Dosen Pembimbing I.
2. Bapak Ahmad Husni, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih dan Dosen Penguji.
3. Bapak Ridho Yovanda, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Pertambangan.
4. Ibu Rodiyah Nursani, S.T., M.T. selaku Pembimbing II.
5. Bapak Suhardiman Gumanti, S.T., M.T. dan Ibu Reni Arisanti, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji.
6. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi Fakultas Teknik Universitas Prabumulih.
8. Kedua orang tua serta keluarga penulis yang selalu memberikan semangat dan doa.
9. Kepala Teknik Tambang, Pimpinan, dan seluruh Staf PT Lematang *Coal* Lestari (LCL) yang telah memberikan izin dan membantu untuk melakukan penelitian.
10. Rekan-rekan Mahasiswa Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Prabumulih khususnya angkatan 2013 dan 2022 serta

semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulisan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan yang belum penulis sadari. Kritik dan saran yang bersifat membangun penulis harapkan dari semua pihak untuk kesempurnaan Laporan Tugas Akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca. Aamiin.

Prabumulih, 13 Juli 2023

Renaldo Bagas Valentino
NIM : 202231061P

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Halaman Persetujuan	iii
Halama Integritas	iv
Abstrak.....	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Lampiran	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Batasan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
1.5. Metodologi Penelitian.....	3
1.5.1. Teknik Pengumpulan Data	3
1.5.2. Jenis Sumber Data	4
1.5.3. Analisis Data.....	4
1.5.4. Pengolahan Data	5
1.5.5. Bagan Alir Penelitian.....	7
BAB 2 TINJAUAN UMUM	8
2.1. Sejarah Perusahaan.....	8
2.2. Organisasi dan Tenaga Kerja.....	9
2.3. Lokasi dan Kesampaian Daerah	10
2.4. Letak Geologi dan Stratigrafi	11
2.4.1. Letak Geologi	11
2.4.2. Stratigrafi	12
2.5. Cadangan	13
2.6. Curah Hujan.....	13
BAB 3 TINJAUAN PUSTAKA.....	14
3.1. Pengertian Air Asam Tambang	14
3.2. Pembentukan Air Asam Tambang.....	14
3.3. Sumber Air Asam Tambang	16
3.4. Dampak Air Asam Tambang.....	17
3.5. Standar Efluen Kegiatan Penambangan Batubara	19
3.6. Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang	20

	Halaman
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1. Tahapan Pengolahan Air Asam Tambang	22
4.2. Analisis Kebutuhan Dosis Kapur Tohor.....	29
4.3. Analisis Kebutuhan Dosis <i>Chemical Organic Coagulant</i>	31
BAB 5 PENUTUP	34
5.1. Kesimpulan	34
5.2. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Gambar Bagan Alir Penelitian.....	7
Gambar 2.1. Peta Kesampaian PT Lemang <i>Coal</i> Lestari (LCL).....	10
Gambar 3.1. Endapan Oksida/Hidroksida Besi Berwarna Merah pada Dasar Dasar Saluran Air Dengan pH Air Sangat Asam	18
Gambar 4.2. Tahapan-Tahapan Pengolahan AAT di PT LCL	23
Gambar 4.3. Wawancara pada Formen Pompa	23
Gambar 4.4. <i>Chemical Organic Coagulant</i>	24
Gambar 4.5. Bak Penampung <i>Chemical</i>	25
Gambar 4.6. Pengambilan Sampel Air pada Saluran Inlet.....	26
Gambar 4.7. Kegiatan Pengkapuran pada Saluran Inlet.....	26
Gambar 4.8. Pengambilan Sampel Air pada Saluran Outlet	27
Gambar 4.9. Tempat Pencampuran <i>Chemical Organic Coagulan</i> dan Pengkapuran Saluran Outlet	28
Gambar 4.10. Air Asam Tambang pada Saluran Outlet Terakhir.....	29
Gambar 4.11. Pengukuran Debit <i>Chemical Organic Coagulant</i>	31

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Data Curah Hujan 26 Februari sampai 08 April 2023.....	13
Tabel 3.1. Mineral Sulfida Logam Di Daerah Penambangan, Berurutan Dari Segi Kelimpahan (Pirit Sebagai Asam Paling Dominan).....	14
Tabel 3.2. Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Penambangan Batubara	20
Tabel 4.1. Tahapan Pengolahan Air Asam Tambang (AAT) di PT LCL.....	22
Tabel 4.2. Perbandingan Antara Volume Air Asam (AAT) dan Total Kapur Tohor	30
Tabel 4.3. Perbandingan Antara Volume Air Asam Tambang(AAT) dan Volume <i>Chemical Organic Coagulant</i>	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Kolam Pengendap Lumpur Di PT Lemtang <i>Coal</i> Lestari (LCL)	37
Lampiran B. Perhitungan Volume Air Asam Tambang, Total Kapur dan Volume <i>Chemical organic coagulant</i>	38
Lampiran C. pH Inlet dan Outlet Air Asam Tambang Di PT Lematang <i>Coal</i> Lestari (LCL)	46
Lampiran D. Peraturan Gubernur (Pergub) Provinsi Sumatera Selatan No.8 Tahun 2012 Tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, Domestik Dan Pertambangan Batubara	49

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Batubara terbentuk dari sisa-sisa tumbuhan yang sudah mati, dengan komposisi utama terdiri dari sellusa. Proses pembentukan batubara ini dikenal sebagai proses pematubaraan atau *coalification* (Sukandarrumidi, 2009). Aktifitas produksi dalam suatu kegiatan industri akan menghasilkan air limbah atau air buang. Air limbah atau air buang merupakan sisa air yang dibuang, yang berasal dari rumah tangga, industri ataupun tempat-tempat umum lainnya, pada umumnya mengandung zat-zat yang dapat membahayakan bagi kesehatan manusia, memengaruhi aktifitas makhluk hidup dan dapat merusak lingkungan hidup (Zulkifli, 2014). Salah satu industri yang menghasilkan air limbah atau air buang yaitu industri penambangan batubara. Penambangan batubara pada umumnya menggunakan metode tambang terbuka (*open pit mining*), yang dimana dalam kegiatan penambangannya, dilakukan pengupasan lapisan tanah penutup yang menggunakan alat berat ataupun dengan peledakan (*blasting*).

PT Lematang *Coal* Lestari (LCL) merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang industri pertambangan batubara, yang menggunakan metode tambang terbuka (*open pit mining*) dalam kegiatan aktifitas penambangannya. Penggunaan metode ini sangat berpotensi menghasilkan air asam tambang (AAT), hal ini disebabkan karena metode tambang terbuka (*open pit mining*), dalam aktifitas penambangannya melakukan kegiatan pengupasan lapisan tanah penutup ,sehingga batuan yang mengandung mineral-mineral sulfida terangkat kepermukaan kemudian teroksidasi, yang diakibatkan oleh adanya air dan oksigen. AAT dapat menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan, sehingga perlu dilakukan pengolahan, dengan tujuan untuk meminimalisir dampak negatif yang akan disebabkan. Salah satu metode pengolahan AAT adalah metode aktif (*active treatment*), yang dimana metode ini menggunakan bahan kimia alkali untuk meningkatkan pH air dan mengendapkan logam yang terkandung pada AAT.

PT LCL dalam penetralan AAT menggunakan metode aktif (*active treatment*), yang menggunakan kapur tohor sebagai bahan untuk menaikkan pH air dan *chemical organic coagulant* sebagai bahan untuk mengendapkan padatan tersuspensi dan besi terlarut pada AAT. PT LCL dalam penggunaan metode aktif, tentunya memiliki tahapan-tahapan serta kebutuhan dosis kapur tohor dan *chemical organic coagulant* tertentu dalam penetralan AAT, sehingga AAT dapat sesuai dengan standar efluen atau baku mutu air yang telah ditetapkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 tahun 2003 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan kegiatan pertambangan. Hal ini lah yang menjadi latar belakang penulis dalam pemilihan judul ini.

1.2. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penyusunan penelitian tugas akhir ini adalah membahas tentang tahapan-tahapan penetralan air asam tambang (AAT) serta kebutuhan dosis kapur tohor dan *chemical organic coagulant* yang digunakan PT Lematang *Coal* Lestari (LCL).

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dari penulisan tugas akhir ini, yaitu sebagai berikut.

1. Mengetahui tahapan-tahapan penetralan air asam tambang (AAT) di PT Lematang *Coal* Lestari (LCL).
2. Menganalisis kebutuhan dosis kapur tohor yang digunakan PT LCL dalam penetralan AAT.
3. Menganalisis kebutuhan dosis *chemical organic coagulant* yang digunakan PT LCL dalam penetralan AAT.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian dari penulisan tugas akhir ini, dibagi menjadi 2 jenis manfaat yaitu manfaat yang bersifat teoritis dan manfaat bersifat praktis.

1. Manfaat teoritis

Dapat menambah pengetahuan mengenai proses penetralan air asam tambang (AAT), serta dapat mengetahui kebutuhan dosis kapur tohor dan *chemical organic coagulant* yang digunakan pada PT Lematang *Coal* Lestari (LCL).

2. Manfaat Praktis

Adapun manfaat penelitian dari penulisan tugas akhir ini, yang bersifat praktis yaitu sebagai berikut.

- a. Dapat memberikan saran pada PT LCL, jika ditemukan faktor-faktor yang mempengaruhi proses penetralan AAT yang disebabkan oleh mekanisme pengolahan AAT yang kurang baik, sehingga penggunaan kapur tohor dan *chemical organic coagulant* yang digunakan tidak efektif atau maksimal.
- b. Dapat memberikan informasi bagi pembaca mengenai proses penetralan AAT serta perhitungan kebutuhan dosis kapur tohor dan *chemical organic coagulant* yang digunakan di PT LCL.

1.5. Metodologi Penelitian

1.5.1. Teknik Pengumpulan Data

Berikut teknik pengumpulan data yang digunakan penulis, dalam penelitian tugas akhir ini.

1. Observasi

Teknik ini dilakukan dengan tujuan untuk mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian tugas akhir ini, yang terdiri dari tahapan-tahapan pengolahan AAT, pH air, debit *chemical organic coagulant*, waktu atau durasi pemompaan dan pencampuran *chemical organic coagulant*, dan total kapur tohor digunakan PT LCL.

2. Wawancara (*interview*)

Teknik ini dilakukan dengan cara memberikan pertanyaan kepada karyawan yang bekerja atau terlibat pada kegiatan pengolahan air asam tambang (AAT) di PT Lematang *Coal* Lestari (LCL), dengan tujuan mengumpulkan data-data yang diperlukan dalam penelitian ini, yang terdiri dari tahapan-tahapan pengolahan AAT dan kapasitas pompa yang digunakan PT LCL.

3. Dokumentasi

Teknik ini dilakukan dengan tujuan sebagai pelengkap penggunaan teknik wawancara (*interview*) dan observasi. Teknik ini dapat berbentuk, gambar, ,sketsa, sejarah dan lain-lain.

1.5.2. Jenis Sumber Data

Dalam penelitian tugas akhir ini, jenis sumber data yang digunakan dibagi menjadi 2 jenis yaitu.

1. Data Primer

Data primer yang digunakan penulis dalam penelitian tugas akhir ini.

- a. pH air pada saluran inlet dan outlet
- b. Volume air asam tambang (AAT)
- c. Total kapur tohor yang digunakan
- d. Volume *chemical organic coagulant* yang digunakan

2. Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan penulis dalam penelitian tugas akhir ini.

- a. Sejarah perusahaan
- b. Organisasi dan tenaga kerja
- c. Lokasi kesempaan daerah
- d. Letak geologi dan stratigrafi
- e. Cadangan
- f. Curah hujan
- g. Kapasitas pompa

1.5.3. Analisis Data

Dalam penelitian tugas akhir ini, analisis data dibagi menjadi 2 tahap yaitu analisis sebelum kelapangan dan analisis selama di lapangan.

1. Analisis Sebelum Kelapangan

Analisis sebelum kelapangan dilakukan untuk mempelajari informasi mengenai penelitian tugas akhir ini, yang didapatkan melalui pihak kedua atau berbentuk data sekunder sebelum kelapangan. Hal ini bertujuan untuk menentukan fokus

peneliti. Analisis ini bersifat sementara sehingga masih dapat berkembang setelah peneliti turun langsung kelapangan. Adapun analisis sebelum kelapangan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu mempelajari informasi yang berkaitan dengan judul penelitian yang didapatkan dari buku dan internet serta bimbingan dari dosen pembimbing.

2. Analisis di Lapangan

Analisis di lapangan dilakukan penulis menggunakan metode wawancara (*interview*), observasi, dan dokumentasi. Berikut data yang diperlukan dalam analisis ini.

- a. Mengukur pH air menggunakan kertas lakmus.
- b. Menghitung debit pompa yang digunakan PT Lematang *Coal* Lestari (LCL) dalam satuan liter/detik. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui volume AAT yang akan dilakukan penetralan pada kolam pengendap lumpur (KPL).
- c. Menghitung total kapur tohor yang digunakan. Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan antara dosis kapur tohor dan volume AAT dalam satuan gr/l yang digunakan oleh PT LCL.
- d. Menghitung debit *chemical organic coagulant* yang di keluarkan bak penampung dalam satuan ml/l. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara dosis *chemical organic coagulant* dan volume AAT dalam satuan ml/l yang digunakan PT LCL.

1.5.4. Pengolahan Data

Pengolahan data adalah tahapan terakhir yang dilakukan penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini, dengan cara data yang didapatkan dari lapangan berupa tahapan-tahapan pengolahan air asam tambang (AAT), pH air, kapasitas pompa, debit *chemical organic coagulant*, waktu (durasi pemompaan dan pencampuran *chemical organic cogulant*) dan total kapur tohor yang digunakan, dilakukan interpretasi data sehingga mendapatkan kesimpulan dari penelitian ini. Berikut rumus-rumus yang digunakan penulis pada penelitian tugas akhir ini.

1. Menghitung Debit Pompa dan Debit Kerangan

Untuk mengetahui debit pompa dan debit *chemical* yang dikeluarkan bak penampung *chemical*, maka peneliti menggunakan rumus di bawah ini.

$$Q = \frac{V}{T} \dots\dots\dots(1.1)$$

Keterangan :

Q = Debit

V = Volume

T = Waktu

2. Menghitung Volume Air Asam Tambang

Untuk mengetahui volume AAT yang di pompa dari dalam tambang (*sump*) ke dalam kolam pengendap lumpur, maka digunakan rumus sebagai berikut.

$$V_{AAT} = Q_{POMPA} \times T \dots\dots\dots(1.2)$$

Keterangan :

V_{AAT} = Volume air asam tambang

Q_{POMPA} = Kapasitas pompa (debit pompa)

T = Waktu atau durasi pemompaan

3. Menghitung Total Kapur Tohor

Untuk mengetahui total kapur tohor yang digunakan, maka dilakukan perhitungan langsung dilapangan dalam satuan kg dan dikonversi ke satuan gr yang dimana diketahui berat satu karung kapur tohor yaitu 50 kg.

4. Menghitung Volume *Chemical Organic Coagulant*

Untuk dapat menghitung volume *chemical organic coagulant* yang digunakan PT LCL, maka peneliti menggunakan rumus berikut ini.

$$V_{CHEMICAL} = Q_{KERANGAN} \times T \dots\dots\dots(1.3)$$

Keterangan :

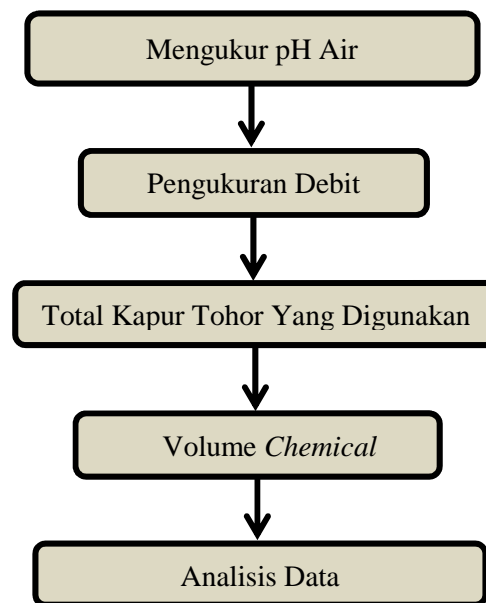
$V_{CHEMICAL}$ = Volume *chemical*

$Q_{CHEMICAL}$ = Debit *chemical* (debit kerangan)

T = Waktu atau durasi pencampuran

1.5.5. Bagan Alir Penelitian

Berikut bagan alir penelitian tugas akhir ini, yang dapat dilihat pada (Gambar 1.1) di bawah ini.



Gambar 1.1. Bagan Alir Penelitian

BAB 2

TINJAUAN UMUM

2.1. Sejarah Perusahaan

PT Lematang *Coal* Lestari (LCL) merupakan perusahaan pengelola usaha tambang batubara (*kontraktor*). Perusahaan ini berdiri pada tanggal 26 Agustus 2009 yang dipimpin oleh Nr. Liu Tian Yi. Tujuan mendirikan perusahaan tambang batubara ini adalah untuk memasok batubara ke pembangkit listrik tenaga uap PT *Goa Hoang* Energi Musi Mandiri Indonesia (GHEMMI). Tahap pertama kegiatan penambangan yang dilakukan adalah tahap *eksplorasi* yang selanjutnya dilakukan *eksploitasi* dengan cara penebangan hutan, pembersihan lahan, penggalian tanah penutup (*top soil*) serta lapisan tanah pengotor (*overburden*). PT LCL termasuk dalam wilayah administrasi pemerintah Kecamatan Rambang Niru dan 4 Petulay Dangku, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan meliputi daerah sekitar desa Gunung Raja, Dangku, Sumber Jaya, Talang Yadin dan Air Limau.

Wilayah Kuasa Penambangan (KP) *Eksplorasi* batubara PT LCL sesuai izin yang dimiliki melalui keputusan Bupati Muara Enim nomor 309/kpts/tamben/2007 tanggal 23 maret 2007 tentang pemberian izin Kuasa Pertambangan (KP) *eksplorasi* batubara kepada PT LCL dan keputusan Bupati Muara Enim nomor 654/kpts/tamben/2007 tanggal 25 Juni 2007 tentang perubahan atas lampiran keputusan Bupati Muara Enim nomor 309/kpts/tamben/2007 tentang Kuasa Pertambangan (KP) *eksplorasi* batubara kepada PT LCL seluas 4.443 hektar. Berdasarkan hasil interpretasi penyebaran batubara serta tingkat kesulitan penambangan dan tata guna lahan dimana terdapat usaha perkebunan, ladang rakyat, fasilitas produksi PT Pertamina dan permukiman yang cukup padat pada wilayah bagian selatan dari wilayah Kuasa Pertambangan (KP) *eksplorasi*. Untuk izin usaha penambangan (IUP) sendiri dipegang oleh *owner* dari PT LCL yaitu PT Musi Prima *Coal* (MPC). Untuk daerah prospek penambangan adalah Desa Gunung Raja, Kecamatan 4 Petulay

Dangku, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan yaitu seluas ± 800 hektar sebagai prioritas tahap pertama kegiatan *eksploitasi* batubara. Sedangkan desa Talang Yadin, Sumber jaya, Air limau dan Rambang Dangku belum dilakukan penyelidikan *eksplorasi*.

2.2. Organisasi dan Tenaga Kerja

Untuk menjamin kelancaran pelaksanaan pekerjaan penambangan batubara, PT Lematang Coal Lestari (LCL) menyusun pola kerja yang tersusun sesuai dengan tugas dan bagian masing-masing. Bentuk organisasi dirancang seefektif mungkin untuk menjamin kelancaran operasi penambangan, baik untuk hal-hal yang bersifat teknis maupun non teknis. Bentuk organisasi fungsional dimana kegiatan pertambangan dibagi menjadi fungsi-fungsi terpisah tetapi masih dalam satu kesatuan dan dapat bekerja sama, selain itu bentuk organisasi ini memang sangat cocok untuk pertambangan karena dapat memaksimalkan fungsi pengawasan dalam kegiatan suatu usaha.

Organisasi PT LCL dipimpin oleh seorang *CEO* dan selanjutnya membawahi *General manager*. *General manager* membawahi, *engineering*, produksi, HRD/GA, *finace* (keuangan). Kepala *engineering* dan kepala produksi, masing- masing kepala bagian tersebut didukung oleh staf yang sesuai dengan bidang keahlian tertentu untuk mendukung kelancaran pekerjaan kelancaran pekerjaan yang akan dilakukan PT LCL.

Jumlah tenaga kerja yang diperlukan untuk mendukung operasi penambangan yang dilakukan oleh PT LCL bersifat *on progress*, atau disesuaikan dengan kemajuan pekerjaan penambangan. Jumlah tenaga kerja di PT LCL sampai bulan Agustus 2022 tercatat sebanyak 616 orang, yang dimana tenaga kerja tersebut dibagi menjadi karyawan tetap, karyawan *training*, karyawan kontrak, dan tenaga kerja harian, jumlah ini akan terus mengalami peningkatan seiring dengan perkembangan dari pertambangan yang dilakukan PT LCL, jumlah tenaga kerja tersebut merupakan pekerja terlibat langsung didalam kegiatan penambangan dan tidak termasuk tenaga ahli yang sewaktu-waktu bekerja untuk menangani proyek khusus yang dimiliki oleh perusahaan.

2.3. Lokasi dan Kesampaian Daerah

Berikut peta kesampaian PT Lematang *Coal* Lestari (LCL) yang dapat dilihat pada gambar 2.1.



Sumber : *Google Maps*

Gambar 2.1. Peta Kesampaian PT Lematang *Coal* Lestari (LCL)

Secara administratif lokasi tambang PT Lematang *Coal* Lestari (LCL) berada dalam wilayah Desa Gunung Raja, Kecamatan 4 Petulay Dangku, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Lokasi ini terletak berbatasan langsung dengan wilayah Kota Prabumulih, dengan Jarak dari Kota Prabumulih ± 17 km ke arah barat dan durasi waktu yang dapat tempuh selama 31 hingga 35 menit, baik menggunakan kendaraan roda 2 ataupun roda 4.

Posisi geografis tambang PT LCL terletak di antara $2^{\circ} 50' 60''$ - $3^{\circ} 40' 60''$ Lintang Selatan dan $103^{\circ} 30' 60''$ - $104^{\circ} 30' 00''$ Bujur Timur. Daerah Penambangan ini merupakan daerah dataran rendah yang awalnya adalah rawa-rawa dan dataran dengan puncak yang tertinggi hanya 30 meter dan yang terendah 10 meter di atas permukaan laut.

2.4. Letak Geologi dan Stratigrafi

2.4.1. Letak Geologi

Secara regional daerah penyelidikan berada dalam subcekungan Palembang yang merupakan bagian dari cekungan Sumatera Selatan yang terbentuk pada *zaman Tersier*. Batuan sedimen yang mengisi cekungan tersebut membentuk perlipatan yang umumnya berarah Barat Laut – Tenggara. Lapisan batubara pada daerah ini tersingkap dalam enam lapisan batubara yang terdiri dari lapisan muda sampai tua. Struktur geologi yang berkembang di daerah ini antara lain, dapat dilihat dari penyebaran batuan yang ada pada daerah tambang ini terdiri dari beberapa formasi, yaitu:

1. Formasi Muara Enim

Merupakan indikasi yang mengandung batubara dicirikan dengan adanya batu lempung, batu lanau dan batu pasir yang sangat dominan. Di daerah ini Formasi Muara Enim yang dominan adalah batu pasir.

2. Formasi Kasai

Terdiri dari tufa, tufa pasir dan batu pasir tufaan yang mengandung batu apung. Bagian bawah formasi ini terdiri dari batu pasir tufaan yang berbutir sedang sampai kasar, membulat sampai menyudut tanggung. Dengan fragmen pada umumnya kuarsa, batuan sedimen, batuan beku dan batuan malihan atau termetakan.

3. Formasi Gumay

Formasi gumay terdiri dari batupasir dan batu lempung yang membentuk pelapisan selang-seling dengan ketebalan berkisar antara 20-80 cm, namun dijumpai selang (interval) batu lempung ketebalan 3-10 m. Batu pasir berwarna abu-abu kehijauan, mengandung glaukonit dan kadang-kadang kepingan batubara. Pada daerah penambangan termasuk batuan lunak sehingga langsung digali menggunakan *excavator*.

4. Formasi Air Benakat

Salah satu batuan tertua yang tersingkap di wilayah kecamatan Talang Ubi dan Muara Langkitan berkisar umur Miosen tengah dan Miosen atas. Formasi ini tersingkap di sebelah timur dari kota Prabumulih .

2.4.2. Stratigrafi

Diantara lapisan batubara terdapat batuan atau sering disebut dengan istilah lapisan antara (*interburden*). Stratigrafi batuan lapisan yang ada di daerah tambang PT LCL adalah sebagai berikut.

1. Lapisan Tanah Penutup (*Overburden*)

Overburden ini mempunyai ketebalan berkisar antara 4-8 meter terdiri dari tanah mosul, tanah penangkaran, batu lempung, pasir, dan endapan lumpur.

2. Lapisan Batubara Seam 1

Umumnya pada lapisan ini masih berbentuk serat-serat kayu damar atau getah damar yang belum menjadi batubara seutuhnya. Ketebalan lapisan ini berkisar antara 50 sentimeter hingga satu meter. Oleh karena itu batubara ini dianggap pengotor sehingga tidak digunakan atau dianggap *overburden* faktor lain yang menjadi pertimbangannya adalah karena untuk batubara seam 1 ini nilai kalornya juga sangat rendah yaitu 1000-2000 Kcal.

3. Lapisan Antara (*Interburden*) Seam 1 dan 2

Lapisan pengotor antara seam 1 dan seam 2 adalah batuan clay atau lempung yang mempunyai ketebalan berkisar 2-4 meter.

4. Lapisan Batubara Seam 2

Untuk lapisan batubara seam 2 ketebalannya berkisar antara 80 centimeter.

5. Lapisan Antara (*Interburden*) Seam 2 dan 3

Pengotor antara seam 2 dan seam 3 adalah batuan clay atau lempung yang mempunyai ketebalan berkisar 10-20 meter.

6. Lapisan Batubara Seam 3

Untuk lapisan batubara seam 3 ketebalannya berkisar antara 1-2 meter.

7. Lapisan Antara (*Interburden*) Seam 3 dan 4

Untuk lapisan pengotor antara seam 3 dan seam 4 adalah batuan *clay* atau lempung yang mempunyai ketebalan berkisar 2-3 meter.

8. Lapisan Batubara Seam 4

Untuk lapisan batubara seam 4 ketebalannya berkisar antara 10-16 meter, seam empat ini memiliki nilai kalor yang sangat tinggi yaitu 4500-5000 kcal.

2.5. Cadangan

PT Lematang *Coal Lestari* (LCL) merupakan *kontraktor* tunggal dari PT Musi Prima *Coal* (MPC) yang berkewajiban memenuhi kebutuhan batubara untuk PLTU PT Goa Hoang Energi Musi Mandiri Indonesia (GHEMMI) dengan jumlah cadangan di lokasi IUP PT MPC pada Blok Gunung Raja dan Blok Air Limau yaitu sebanyak 120.742.286 MT (*terunjuk*) dan 242.268.195 MT (*tereka*). Untuk target produksi yang direncanakan PT MPC yaitu sebesar 2,1 juta ton pertahun dengan *striping rasio* PT LCL yaitu 1:3 BCM. Kualitas batubara pada area IUP PT MPC yang ditambang oleh PT LCL tergolong masih sangat muda yaitu seam 1 1000-2000 kcal, seam 2 2100-3400 kcal, seam 3 3500-3400 kcal, dan seam 4 4500-5000 kcal. Seam 1 tidak diambil karena kualitasnya rendah, seam 2 dan 3 dilakukan pengolahan untuk meningkatkan nilai kalori pada batubara.

2.6. Curah Hujan

Berikut tabel data curah hujan di PT Lematang *Coal Lestari* (LCL).

Tabel. 2.1. Data Curah Hujan 26 Februari sampai 08 April 2023

Minggu	Jumlah Hari Hujan
1 (26 februari - 04 Maret) 7 hari	7
2 (5 - 11 Maret) 7 hari	7
3 (12 - 18 Maret) 7 hari	3
4 (19 - 25 Maret) 7 hari	3
5 (26 Maret - 01 April) 7 hari	6
6 (02 - 06 April) 7 hari	2

Sumber : PT Lematang *Coal Lestari* (LCL), 2023

BAB 3

TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Pengertian Air Asam Tambang

Air asam tambang (AAT) adalah air yang dihasilkan oleh pelapukan mineral sulfur atau sulfida yang terdapat ditapak tambang, bijih, atau berbagai jenis limbah yang dihasilkan oleh kegiatan pertambangan. Lapisan batuan penutup, bahan tambang, atau limbahnya yang kaya mineral sulfida, terutama pirit (FeS_2), yang terdedah (*exposed*) ke permukaan bumi mengalami oksidasi menghasilkan asam sulfat dan logam-logam larut (McLemore, 2008).

3.2. Pembentukan Air Asam Tambang

Bahan buangan (*disposal*) tambang yang berpotensi menghasilkan air asam tambang (AAT) berasal dari lapisan batuan penutup batubara atau bijih mineral yang mengandung mineral-mineral sulfida, terutama pirit (FeS_2). Beberapa jenis mineral sulfida yang sering dijumpai di daerah pertambangan disajikan pada Tabel 3.1.

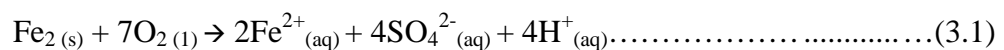
Tabel 3.1. Mineral Sulfida Logam di Daerah Penambangan, Berurutan dari Segi Kelimpahan (Pirit sebagai Asam paling Dominan)

Mineral	Rumus	Mineral	Rumus
Pirit (<i>Pyrite</i>)	FeS_2	Molibdenit (<i>Molybdenite</i>)	MoS_2
Markasit (<i>Marcaste</i>)	FeS_2	Milerit (<i>Millerite</i>)	NiS
Pirotit (<i>Pyrrhotite</i>)	F_xS_x	Galena	PbS
Kalkosit (<i>Chalcosite</i>)	Cu_2S	Sfalerit (<i>Sphalerite</i>)	ZnS
Kovelit (<i>Covellite</i>)	CuS	Arsenopirit (<i>Arsenopyri</i>)	FeAsS
Kalkopirit (<i>Chalcopyrite</i>)	CuFe_2	Bornit (<i>Bornite</i>)	Cu_2FeS_4

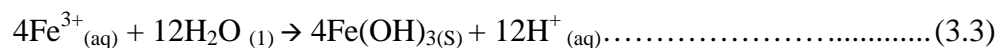
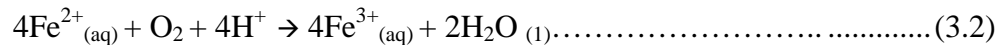
Sumber : Munawar (1998)

Menurut Johnson & Hallberg (2005) jika material tersebut terdedah (*exposed*) ke kondisi oksidatif, sebagai konsekuensi dari penambangan dan pemrosesan bijih logam dan batubara, maka mineral-mineral tersebut teroksidasi

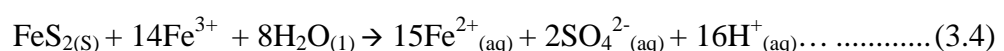
akibat adanya air dan udara membentuk larutan sangat masam yang kaya sulfat dan besi larut, yang kemudian mengalir sebagai air yang di sebut dengan AAT. Proses pembentukan AAT dapat digambarkan oleh reaksi-reaksi di bawah ini (Akcil & Koldas, 2006; Ford 2003; Gaikwad & Gupta, 2007; Jennings *et al.*, 2008; Pozo-Antonio *et al.*, 2014).



Jika bersentuhan dengan oksigen (O_2) dan air (H_2O), mineral pirit (FeS_2) akan bereaksi membentuk asam sulfat (H_2SO_4), yang mengakibatkan penurunan pH dan pembebasan ion Fe^{2+} (fero) ke dalam air. Akibatnya, padatan terlarut total (*total dissolved solids*, atau TDS) dan kemasaman air meningkat. Kemudian, ion-ion Fe^{2+} teroksidasi menjadi Fe^{3+} (feri) dan akan mengalami hidrolisis membentuk besi (III) hidroksida [$\text{Fe}(\text{OH})_3$], seperti di tunjukkan oleh reaksi-reaksi berikut:



Reaksi ini membebaskan ion-ion H^+ ke lingkungan, sehingga meningkatkan kemasaman (penurunan pH). Besi (III) hidroksida yang terbentuk dalam reaksi ini biasa di sebut sebagai “*yellow boy*”, yang berupa endapan berwarna oranye-kekuningan, sehingga air menjadi seperti berwarna merah- oranye. Besi ferri (III) tersebut dapat bertindak sebagai oksidator, yang mengoksidasi pirit dan menghasilkan besi fero (II), sulfat, dan kemasaman, seperti di tunjukkan oleh reaksi berikut.



Reaksi perubahan besi fero (II) menjadi besi ferri (III) merupakan tahapan pembatas laju (*rate limiting step*) Oksidasi pirit. Reaksi tersebut terjadi pada pH yang sangat rendah, sehingga oksidasi pirit pada kondisi tersebut sangat lambat.

3.3. Sumber Air Asam Tambang

Dalam proses pertambangan, mulai dari pembongkaran dan pengerukan lapisan batuan penutup dan pengolahan bahan tambang (batubara maupun bijih metal atau mineral) dan pembuangan limbahnya, ada kemungkinan bahan-bahan yang berpotensi membentuk air asam tambang (AAT) tersebar dan berada di beberapa lokasi dalam lingkungan tambang. Pengetahuan keberadaan bahan-bahan tersebut penting dalam upaya asesmen beban yang di akibatkan oleh kemasaman dan logam-logam terkandung di dalam AAT dan pengelolaannya.

1. Penimbunan Batuan Limbah

Batuan limbah (*overburden spoil*) yang dihasilkan pada operasi penambangan batubara dan batuan buangan (*waste rock*) dari proses penambangan logam biasanya di tumpuk di atas tanah dalam lokasi tambang. Selama berada dalam tumpukan bahan-bahan tersebut mengalami pelapukan fisik maupun kimia dapat menyebabkan persoalan lingkungan jika mengandung mineral sulfida, termasuk pembentukan AAT yang kemudian dapat merembas keluar dari bagian bawah tumpukan atau mengalir di bawah tumpukan ke air tanah (Shokouhi *et al*, 2014).

2. Tumpukan Batubara atau Bijih Mineral

Tumpukan batubara yang sudah dipecah (*crushed*) menjadi batubara berukuran lebih kecil (lembut), batubara buangan (*coarse reject*), dan bijih mineral memiliki kondisi yang hampir sama dengan tumpukan batuan limbah. Namun karena partikelnya lebih lepas, maka oksigen lebih mudah masuk dan dapat menyebabkan pembentukan AAT (Shokouhi *et al*, 2014).

3. Fasilitas Penimbunan *Tailings*

Meskipun *tailings* lebih sering di definisikan sebagai bahan-bahan pada yang di hasilkan dari penggilingan dan pemrosesan bijih pada penambangan mineral atau logam, istilah ini juga di pakai untuk bahan limbah berukuran butir halus, kurang dari 1 mm yang berasal dari pemrosesan batubara (Shokouhi *et al*, 2014). Karena ukuran partikelnya yang halus *tailings* pada tambang batubara maupun mineral atau logam, jika mengandung mineral sulfida, maka bahan ini lebih reaktif dengan air dan udara sehingga dapat membentuk AAT. AAT dari

tailings dapat berupa alir lindian yang merembas keluar dari bending, maupun sebagai air mengalir lindian yang mengalir ke dalam air tanah.

4. Lubang Tambang dan Singkapan Terbuka

Dinding lubang tambang yang terbentuk pada penambangan secara terbuka mungkin mengandung mineral-mineral sulfida yang berpotensi membentuk AAT. Pembentukan terjadi jika batuan dinding tambang yang mengandung mineral sulfida terdedah ke udara, yakni ketika air di dalam lubang tambang berkurang atau di pompa keluar. Ketika hujan turun mengalir pada dinding lubang tambang, maka AAT terbentuk dan mengalir ke dalam lubang tambang. Jika dinding lubang di biarkan terbuka (tidak tergenang air), maka akan terjadi pembentukan AAT.

3.4. Dampak Air Asam Tambang Terhadap Lingkungan

Adapun dampak-dampak negatif yang akan disebabkan air asam tambang (AAT) terhadap lingkungan apabila tidak dilakukan pengolahan atau penetralan AAT yaitu sebagai berikut.

1. Sumber Daya Air

Air asam tambang (AAT) merupakan polutan atau pencemar lingkungan yang dapat merusak sumber daya air di wilayah pertambangan di seluruh dunia (Zipper *et al*, 2009). Bahkan menurut Gaikwad & Gupta (2007) menyatakan bahwa AAT merupakan satu-satunya sumber polusi non-point paling besar, karena tingkat kemasaman yang tinggi sehingga makhluk hidup tidak mampu bertahan hidup. Karena tingkat kemasamannya ekstrim, AAT dapat memobilisasi logam-logam, seperti Al, Fe, dan Mn, dan logam-logam berat yang lain (Cu, Hg, Ni, Pb, dan Zn) dan metaloid seperti As yang di bebaskan dari mineral-mineral sulfida dan mineral-mineral lain yang berasosiasi (Johnson & Hallberg, 2005). Tingginya konsentrasi logam berat dan metaloid pada AAT dapat meracuni organisme akuatik, yang kemudian dapat berbahaya bagi kesehatan manusia dan hewan. Ketika AAT mengalir dan mengalami netralisasi oleh bahan alkalin, tingkat kemasaman berkurang dan membentuk endapan oksida/hidroksida besi yang berwarna oranye/merah atau di sebut juga

“*yellow boy*” seperti pada (Gambar 3.1). Endapan ini sering dijumpai di dasar saluran air atau sungai (*stream bed*), yang dapat mengganggu kehidupan jentik-jentik dan merusak rantai makan di dalam ekosistem akuatik. Keberadaan endapan oksida/hidroksida di ketahui dapat mengurangi ketersediaan tempat bertelur ikan, dan dapat berakumulasi pada insang ikan, sehingga mengganggu sistem respirasi yang dapat menyebabkan kematian ikan.



Sumber : Munawar, 2017

Gambar 3.1. Endapan Oksida/Hidroksida Besi Berwarna Merah pada Dasar Saluran Air dengan pH Air Sangat Asam

2. Sumber Daya Tanah

Proses reklamasi (rehabilitasi) lahan tambang, bahan-bahan yang dikembalikan sebagai *backfill* atau dijadikan bahan tanah untuk direvegetasi sering masih mengandung atau bercampur dengan bahan yang berpotensi menghasilkan asam (*potentially acid forming materials*, PAF). Akibatnya, AAT dapat terbentuk di dalam tanah tersebut, yang kemudian dapat meningkatkan tingkat kemasaman tanah. Pada kondisi sangat masam, mineral-mineral di dalam tanah mudah larut dan dapat membebaskan logam-logam seperti Fe, Mn, Al, Cu, Zn, Cd, Ni, dan Hg (Environment Australia, 1997; Jennings *et al.*, 2008). Pada

kondisi seperti ini, maka tanah menjadi media yang kurang cocok untuk pertumbuhan tanaman dan organisme tanah penting yang lainnya. Pengamatan di lapang menunjukkan bahwa program revegetasi pada tanah-tanah yang kaya mineral sulfida (PAF) kurang berhasil. AAT yang terbentuk di dalam tanah dapat mengalir bersama aliran permukaan (*run-off*), air rembesan (*seepage*), atau air lindian (*leachate*), yang kemudian mengalir mencemari tanah dan sumber-sumber air permukaan, seperti sungai dan danau, dan bahkan air tanah di sekitar daerah tambang.

Menurut Choudhury *et al* (2017) dalam penelitiannya menggunakan padi lokal dipercobaan pot di India Utara menemukan bahwa tanah sawah yang terkontaminasi AAT menghasilkan padi 64% lebih rendah dari pada tanah yang tidak terkontaminasi. Peneliti tersebut menjelaskan bahwa penurunan hasil padi tersebut disebabkan oleh peningkatan kemasaman pada tanah, yang mengakibatkan konsentrasi Al^{3+} dapat ditukar ($Al-d$) menjadi dua kali lipat, beberapa logam berat (Fe, Mn dan Cu) larut jauh di atas batas kritis, dan penurunan ketersediaan unsur fosforus (P), kalium (K), dan seng (Zn) sampai 32-62%.

3.5. Standar Efluen Kegiatan Penambangan Batubara

Operator tambang batubara harus memenuhi standar kinerja untuk reklamasi tanah bekas tambang, terutama yang berhubungan dengan air asam tambang (AAT). Oleh karena itu, pengolahan AAT perlu dilakukan agar efluen air limpasan dari bekas tambang yang masuk ke perairan tidak mencemari lingkungan dan AAT yang telah dikelola, sebelum di buang ke perairan harus merujuk pada standar efluen yang telah ditetapkan oleh pemerintah yang meliputi pH air, kadar maksimum nilai residu tersuspensi, dan konsentrasi besi (Fe) dan mangan (Mn) agar dampak negatif terhadap lingkungan, yang akan disebabkan oleh AAT dapat di minimalisir.

Standar efluen atau baku mutu air limbah kegiatan penambangan batubara menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No.113 Tahun 2003 di jelaskan pada (Tabel 2.2) Sedangkan untuk standar efluen atau baku mutu untuk

kegiatan pengolahan atau pencucian batubara juga dapat di lihat pada (Tabel 3.2) hanya saja kadar maksimum nilai residu tersuspensinya adalah 200 mg/l, dan volume air limbah maksimum adalah 2 m³ per ton produk batubara.

Tabel 3.2. Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Penambangan Batubara

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1	pH	-	6-9
2	Residu tersuspensi	Mg/l	400
3	Besi (Fe)	Mg/l	7
4	Mangan (Mn)	Mg/l	4

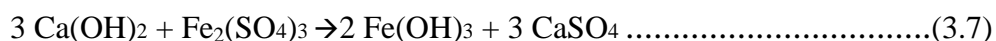
Sumber : Lampiran Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 113 Tahun 2003

3.6. Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang

Secara umum ada dua metoda yang dapat digunakan untuk pengolahan air asam tambang, yaitu teknologi pengolahan aktif dan teknologi pengolahan pasif.

1. Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Secara Aktif (*Active Treatment*)

Sistem pengolahan aktif adalah pengolahan air asam tambang (AAT) dengan menggunakan bahan kimia alkali untuk meningkatkan pH air, menetralkan keasaman dan pengendapan logam. Meskipun efektif, pengolahan aktif mahal bila biaya peralatan, bahan kimia, dan tenaga kerja dianggap sebagai pertimbangan (Skousen, 1990). Pengolahan AAT secara aktif (*active treatment*) umumnya menggunakan bahan kimia yang mengandung kapur, bisa dalam bentuk CaCO₃, Ca(OH)₂, CaO atau penambahan soda kaustik (NaOH) dan amoniak (NH₃). Reaksi penetralan asam dengan bahan yang mengandung kapur adalah sebagai berikut :



Untuk melakukan pemilihan sistem pengolahan aktif, beberapa hal yang harus di perhatikan antara lain adalah debit aliran air baku, pH, total padatan

tersuspensi (TSS), keasaman atau alkalinitas dalam mg/l sebagai CaCO_3 , konsentrasi Fe dan Mn, badan air penerima dan penggunaannya, ketersediaan listrik, jarak antara penambahan bahan kimia dan tempat air masuk ke kolam pengendap, volume serta bentuk kolam pengendap. Setelah mengevaluasi variabel-variabel tersebut selama periode waktu tertentu, operator dapat mempertimbangkan secara ekonomi terhadap bahan kimia berbeda dan alternatif sistem pengolahan aktif. Kebanyakan sistem pengolahan aktif secara kimia terdiri dari pipa aliran masuk (*inflow pipe*) atau parit atau *ditch* (kadang-kadang sebuah kolam penampungan air baku dan aerator untuk aliran yang besar), sebuah tangki penyimpanan atau tangki (*bin*) untuk melakukan pengolahan kimia, peralatan kontrol penggunaan bahan kimia, kolam pengendap untuk memisahkan endapan logam-logam oksida hidroksida, dan titik pengeluaran atau pembuangan.

2. Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang (AMD) Secara Pasif (*Passive Treatment*)

Sistem pengolahan air asam tambang (AAT) secara pasif umumnya mencontoh sistem lahan basah dan proses alami lainnya, dengan modifikasi yang diarahkan untuk tujuan pengolahan khusus. Penelitian sebelumnya termasuk penelitian lahan basah gambut *Sphagnum Sp* untuk mengolah air asam tambang (Weider, 1982). Sementara itu, pada teknologi pengolahan secara pasif, air diolah tanpa membutuhkan bahan kimia dan hanya menggunakan proses kimia dan biologi yang terjadi di alam. Beberapa teknologi pengolahan pasif untuk air asam tambang yang dapat digunakan adalah rawa alamiah (*natural wetland*), rawa buatan (*constructed wetland*), saluran anoksik batu kapur (*anoxic limestone drain, ALD*), Sistem aliran vertikal (*vertical flow system*), dan saluran terbuka batu kapur (*open limestone channe, OLC*).

BAB 4

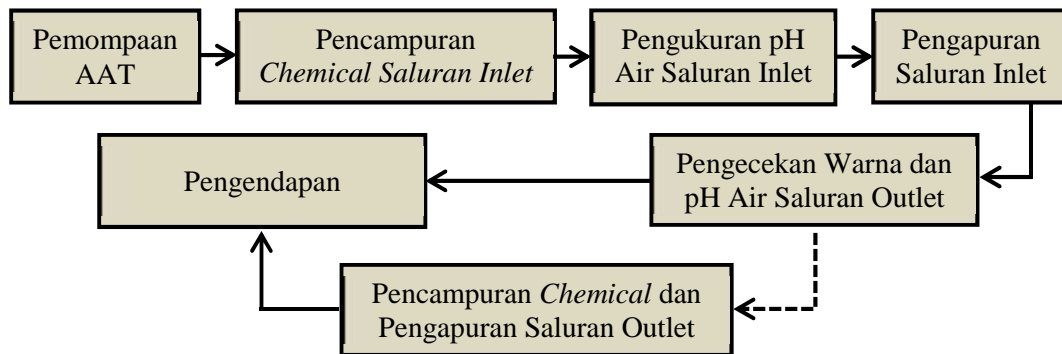
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Tahapan Pengolahan Air Asam Tambang

PT Lematang *Coal Lestari* (LCL) merupakan salah satu perusahaan yang menggunakan metode aktif (*Active Treatment*), dalam meminimalisir dampak negatif yang disebabkan oleh air asam tambang (AAT), yang dimana PT LCL menggunakan kapur tohor sebagai bahan untuk meningkatkan nilai pH pada AAT dan *chemical organic coagulant* sebagai bahan untuk menjernihkan atau mengendapkan padatan tersuspensi serta logam terlarut pada AAT. PT LCL pada kolam pengendap lumpur main sump 2, mempunyai 10 kompartemen kolam pengendap lumpur (KPL), yang dimana KPL tersebut terhubung secara zig-zag oleh sebuah saluran atau parit, yang dapat dilihat pada sketsa KPL main sump 2 Lampiran A.

KPL main sump 2 memiliki dimensi atau ukuran yang berbeda-beda dan memiliki fungsi sebagai kolam pencampuran, kolam reaksi dan kolam stabilisasi (pengendapan). KPL ke 1 difungsikan sebagai tempat pencampuran *chemical organic coagulant* dan AAT sedangkan saluran atau parit penghubung antara KPL 1 dan 2 digunakan sebagai tempat pencampuran kapur tohor dan AAT (tempat pengkapuran saluran inlet). KPL ke 2 difungsikan sebagai tempat terjadinya reaksi antara kapur tohor, *chemical* dan AAT (kolam reaksi 1). KPL 3,4,5 dan 6 difungsikan sebagai kolam stabilisasi 1 (kolam pengendapan 1). Kolam ke 7 difungsikan sebagai kolam reaksi 2, yang proses pencampuran kapur tohor ataupun *chemical organic coagulant* dilakukan pada saluran atau parit penghubung antara KPL ke 6 dan KPL 7. KPL 8,9 dan 10 difungsikan sebagai kolam stabilisasi ke 2 (kolam pengendapan ke 2).

PT LCL melakukan perawatan KPL minimal 3 bulan sekali atau disesuaikan dengan kondisi di lapangan. Perawatan KPL bertujuan untuk memaksimalkan mekanisme pengolahan AAT yang dilakukan PT LCL. Berikut tahapan-tahapan pengolahan AAT di PT LCL yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Sumber : Penelitian Penulis

Gambar 4.1. Tahapan Pengolahan AAT di PT LCL

Berikut ini penjelasan secara rinci mengenai tahapan-tahapan penetralan air asam tambang (AAT) di PT LCL pada gambar 4.1.

1. Pemompaan Air Asam Tambang

Proses pertama yang dilakukan PT LCL adalah pemompaan AAT, yang dilakukan dari dalam tambang atau area penambangan (*sump*) ke dalam KPL main sump 2, menggunakan pompa berkapasitas 2200 m³/jam dengan tegangan sebesar 6000 volt menurut saudara Rizal selaku formen elektrik pompa (Gambar 4.2). Dalam kegiatan pemompaan AAT ke dalam KPL tidak memiliki durasi waktu yang tetap atau disesuaikan dengan ketinggian AAT pada KPL terakhir.



Sumber : Dokumentasi, 2023

Gambar 4.2. Wawancara pada Forman Pompa

2. Pencampuran *Chemical* Saluran Inlet

PT LCL menggunakan *chemical organic coagulant* sebagai bahan *water treatment* dalam pengolahan AAT (Gambar 4.3), dengan tujuan untuk menjernihkan atau mengendapkan total padatan tersuspensi serta logam terlarut pada AAT, agar sesuai standar efluen atau baku mutu air limbah yang telah ditetapkan dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 113 Tahun 2003 Tentang Baku Mutu Air Limbah Kegiatan Penambangan Batubara.



Sumber : Dokumentasi, 2023

Gambar 4.3. *Chemical Organic Coagulant*

Proses pencampuran *chemical organic coagulant* dengan AAT memiliki durasi waktu sama dengan durasi pemompaan AAT ke dalam KPL, dengan dosis *chemical organic coagulant* yang tidak tetap atau berdasarkan tingkat kekeruhan pada AAT yang akan dilakukan pengolahan (semakin keruh AAT maka semakin banyak dosis *chemical organic coagulant* yang digunakan). Kegiatan pencampuran *chemical organic coagulant* dengan AAT pada PT LCL menggunakan bak penampung (tangki penampungan) berkapasitas 520 liter, yang dimana bak penampung tersebut memiliki satu sebuah kerangan yang terhubung pada sebuah pipa, yang langsung menuju ke dalam KPL ke 1. Kerangan pada bak penampung difungsikan untuk mengatur debit *chemical*

organic coagulant yang akan digunakan (Gambar 4.4). Penggunaan teknik ini diharapkan dapat mencampur *chemical organic coagulant* dengan AAT secara merata, agar padat tersuspensi dan logam berat yang terkandung pada AAT dapat diendapkan secara maksimal.



Sumber : Dokumentasi, 2023

Gambar 4.4. Bak Penampung *Chemical Organic Coagulant*

3. Pengukuran pH (*Potential Hydrogen*) Air Saluran Inlet

Kegiatan pengukuran pH (*potential hydrogen*) air di PT LCL menggunakan kertas lakmus, sehingga nilai pH air yang diukur tidak menunjukkan angka yang detail. Pengukuran pH (*potential hydrogen*) air saluran inlet dilakukan pada saluran atau parit penghubung antara KPL ke 1 dan KPL ke 2 (setelah dilakukan pencampuran *chemical organic coagulant*) dengan cara mengambil sampel air pada saluran tersebut, dan dilanjutkan dengan pengukuran pH (*potential hydrogen*) air menggunakan kertas lakmus (Gambar 4.5). Pengukuran pH (*potential hydrogen*) air pada saluran inlet bertujuan untuk mengetahui apakah pH (*potential hydrogen*) air sudah sesuai dengan standar efluen atau baku mutu air limbah yang telah ditetapkan dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 113 Tahun 2003 Atau 6-9, jika nilai pH masih di bawah standar atau <6 , maka akan dilakukan kegiatan pengapuran.



Sumber : Dokumentasi, 2023

Gambar 4.5. Pengambilan Sampel Air pada Saluran Inlet

4. Pengapuran Saluran Inlet

Pengapuran adalah istilah yang dipakai dalam kegiatan pencampuran antara kapur tohor dan AAT yang bertujuan untuk meningkatkan nilai pH (*potential hydrogen*) pada AAT (Gambar 4.6). Pengapuran pada saluran inlet akan dilakukan apabila nilai pH air pada saluran tersebut, berada di bawah standar yang telah ditetapkan pemerintah atau <6 .



Sumber : Dokumentasi, 2023

Gambar 4.6. Kegiatan Pengapuran pada Saluran Inlet

Kegiatan pengapuran pada PT LCL dilakukan secara manual atau dengan cara menaburkan langsung kapur tohor pada saluran atau parit penghubung antara KPL ke 1 dan ke 2, dengan dosis kapur tohor yang digunakan tidak tetap atau berdasarkan estimasi di lapangan. Penaburan kapur tohor dilakukan secara berkala selama proses pemompaan AAT berlangsung, penggunaan teknik ini diharapkan dapat mencampur kapur tohor yang digunakan secara merata.

5. Pengecekan Warna dan pH (*Potential Hydrogen*) Air Saluran Outlet

Pengecekan warna dan pengukuran pH (*potential hydrogen*) air pada saluran outlet di PT LCL, dilakukan pada kolam pengendap lumpur terakhir, dengan cara mengambil sampel air pada badan kolam (Gambar 4.7). Langkah ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui apakah warna air sudah baik (jernih) dan pH air sudah memenuhi standar yang telah ditetapkan 6-9. Jika belum memenuhi standar yang telah ditetapkan, maka dilakukan pengolahan selanjutnya.



Sumber : Dokumentasi, 2023

Gambar 4.7. Pengambilan Sampel Air pada Kolam Pengendap Lumpur Terakhir (Outlet)

6. Pencampuran *Chemical* dan Pengkapuran Saluran Outlet

Pencampuran *chemical organic coagulant* dan pengkapuran pada saluran outlet (penambahan *chemical* dan kapur tohor) akan dilakukan, apabila warna AAT

masih kuning kecoklatan (keruh) dan nilai pH air pada KPL terakhir (outlet) belum memenuhi standar baku mutu air limbah kegiatan penambangan batubara yang telah ditetapkan atau <6 , Tetapi dalam proses pengambilan data di lapangan peneliti tidak menemukan kegiatan penambahan *chemical organic coagulant* dan kapur tohor pada saluran outlet, hal ini disebabkan karena warna air pada kolam pengendap lumpur terakhir sudah cukup baik serta nilai pH air sudah memenuhi standar, setelah dilakukan pencampuran *chemical organic coagulant* dan pengkapuran pada saluran inlet. Kegiatan pencampuran *chemical organic coagulant* dan pengkapuran (penambahan *chemical* dan kapur tohor) pada saluran outlet jika diperlukan, akan dilakukan pada saluran outlet kolam pengendap lumpur ke 6 atau parit penghubung antara KPL ke 6 dan ke 7 secara manual (Gambar 4.8).



Sumber : Dokumentasi, 2023

Gambar 4.8. Tempat Pencampuran *Chemical Organic Coagulant* dan Pengkapuran pada Saluran Outlet

7. Pengendapan

Pengendapan adalah tahapan terakhir dalam proses pengolahan air asam tambang (AAT) yang dilakukan PT Lematang *Coal Lestari* (LCL). Pengendapan bertujuan untuk menjernikan air atau mengendapkan padatan tersuspensi serta logam terlarut pada AAT secara maksimal, dengan durasi

pengendapan yang tidak tetap atau sesuai dengan tingkat kekeruhan pada AAT. Setelah dilakukan pengendapan maka langkah selanjutnya dilakukan pembuangan, dengan syarat AAT sudah berwarna cukup jernih dan minimal pH air 6. Pembuangan AAT, dilakukan dengan cara membuka pintu air pada kolam pengendap terakhir outlet terakhir (Gambar 4.9).



Sumber : Dokumentasi 2023

Gambar 4.9. Air Asam Tambang (AAT) pada Saluran Outlet Terakhir

4.2. Analisis Kebutuhan Dosis Kapur Tohor

Kegiatan pengolahan air asam tambang (AAT) dengan menggunakan metode aktif tentunya memiliki dosis kapur tohor tertentu, dalam upaya meningkatkan nilai pH pada AAT. Untuk mengetahui dosis rata-rata kapur tohor yang digunakan PT Lematang *Coal* Lestari (LCL) pada kolam pengendap lumpur (KPL) Main Sump 2 dalam satuan gr/l, maka peneliti melakukan perhitungan dosis kapur tohor sebanyak 6 sampel (Lampiran B), tepatnya dimulai tanggal 03 April 2023 hingga 08 April 2023. Dari hasil perhitungan pada sampel 1-6, maka didapatkan tabel perbandingan antara volume AAT dan total kapur tohor yang digunakan, serta perubahan nilai pH AAT setelah dilakukan kegiatan pengkapuran di bawah ini (Tabel 4.1).

Tabel 4.1. Perbandingan Antara Volume Air Asam Tambang (AAT) dan Total Kapur Tohor

Sampel	Tanggal	Volume Air Asam Tambang (L)	Total Kapur Tohor (gr)	pH Inlet	pH Outlet
1	03-04-2023	1.649.700	450.000	5	6
2	04-04-2023	1.539.720	500.000	5	6
3	05-04-2023	1.576.380	500.000	5	6
4	06-04-2023	1.576.380	500.000	5	6
5	07-04-2023	1.649.700	600.000	5	6
6	08-04-2023	1.649.700	550.000	5	6
Rata-rata		1.606.930	516.667		

Sumber : Data Primer, 2023

Dari hasil perhitungan 6 sampel data pada tabel di atas, dapat diketahui pH rata-rata AAT saluran inlet yaitu 5 sedangkan pH rata-rata pada saluran outlet yaitu 6, dengan volume rata-rata AAT dalam satu kali pengolahan yaitu sebesar 1.606.930 L, dengan penggunaan rata-rata kapur tohorna 516.667 gr. Maka dapat diketahui kebutuhan dosis kapur tohor pada PT LCL sebesar 0,32 gr/L.

4.3. Analisis Kebutuhan Dosis *Chemical Organic Coagulant*

Kegiatan pengolahan air asam tambang (AAT) dengan menggunakan *chemical organic coagulant* sebagai bahan *water treatment* dalam upaya mengendapkan padat tersuspensi dan logam terlarut pada AAT yang dilakukan PT Lematang Coal Lestari (LCL), tentunya mempunyai perbandingan dosis tertentu, agar AAT dapat diendapkan secara maksimal. Untuk mengetahui perbandingan antara volume AAT dan volume *chemical organic coagulant* yang digunakan, maka dilakukan perhitungan sebanyak 6 sampel tepatnya dimulai tanggal 03 april 2023 hingga tanggal 08 april 2023 (LAMPIRAN B). Untuk menghitung volume *chemical organic coagulant* yang dikeluarkan oleh bak penampung, peneliti menggunakan alat bantu berupa gelas berukuran 220 ml. Gelas tersebut digunakan untuk mengetahui debit *chemical organic coagulant* yang dikeluarkan oleh kerangan pada bak penampung dalam satuan ml/detik (Gambar 4.10)



Sumber : Dokumentasi 2023

Gambar 4.10. Pengukuran Debit *Chemical Organic Coagulant*

Dari hasil perhitungan volume AAT dan volume *chemical organic coagulant* yang dilakukan pada sampel 1-6 (LAMPIRAN B), maka didapatkan tabel perbandingan antara volume AAT dan volume *chemical organic coagulant* dibawah ini (Tabel 4.2.)

Tabel 4.2. Perbandingan Antara Volume Air Asam Tambang (AAT) dan Volume *Chemical Organic Coagulant*

Sampel	Tanggal	Volume Air Asam Tambang (L)	Volume <i>Chemical</i> (ml)	pH Inlet	pH Outlet
1	03-04-2023	1.649.700	90.720	5	6
2	04-04-2023	1.539.720	112.392	5	6
3	05-04-2023	1.576.380	128.432	5	6
4	06-04-2023	1.576.380	306.762	5	6
5	07-04-2023	1.649.700	154.980	5	6
6	08-04-2023	1.649.700	231.120	5	6
Rata-rata		1.606.930	170.734		

Sumber : Data Primer, 2023

Dari hasil perhitungan 6 sampel data pada tabel di atas, dapat diketahui pH rata-rata AAT pada saluran inlet yaitu 5 sedangkan pH rata-rata pada saluran outlet

yaitu 6, dengan volume rata-rata AAT dalam satu kali pengolahan yaitu sebesar 1.606.930 L dengan penggunaan rata-rata *chemical organic coagulant* 170.734 ml. Maka dapat diketahui kebutuhan dosis *chemical organic coagulant* PT LCL yaitu sebesar 0,11 ml/L.

BAB 5

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan di PT Lematang *Coal Lestari* (LCL) maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. PT Lematang *Coal Lestari* (LCL) dalam penetralan AAT, melakukan tahapan-tahapan sebagai berikut yaitu dimulai dari pemompaan AAT, pencampuran *chemical organic coagulant*, pengukuran pH inlet (kertas lakmus), pencampuran kapur tohor (pengkapuran), pengecekan warna dan pH air pada saluran outlet, pencampuran *chemical organic coagulant* dan pengkapuran pada saluran outlet serta pengendapan.
2. Perbandingan antara dosis kapur tohor dan volume AAT yang digunakan LCL yaitu sebesar 0,32 gr/l. Penggunaan dosis ini cukup efektif, hal ini dibuktikan dengan adanya perubahan nilai pH dari 5 ke 6 sehingga AAT dapat sesuai standar yang telah ditetapkan pemerintah.
3. Perbandingan dosis *chemical* dan volume AAT yang digunakan PT LCL yaitu sebesar 0,11 ml/l. Penggunaan dosis ini cukup efektif, hal ini dibuktikan dengan adanya perubahan warna pada air yang sebelumnya kuning kecoklatan menjadi jernih (bening) setelah dilakukan pengolahan.

5.2. Saran

Dari hasil penelitian yang dilakukan di PT Lematang *Coal Lestari* (LCL), maka peneliti dapat memberikan saran yaitu sebagai berikut.

1. Dalam pengukuran nilai pH air sebaiknya menggunakan pH meter, sehingga nilai pH air asam tambang (AAT) dapat diketahui secara mendetail.
2. Untuk mengetahui apakah dosis penggunaan kapur tohor dan *chemical organic coagulant* yang diterapkan dilapangan apakah sudah efisien, sebaiknya dilakukan perhitungan secara teoritis (skala laboratorium) sehingga dapat mengetahui perbandingan antara dosis kapur tohor dan *chemical organic*

coagulant yang digunakan di lapangan dengan perhitungan dosis kapur tohor dan *chemical organic coagulant* secara teoritis (skala laboraturim) mana yang lebih efisien untuk digunakan.

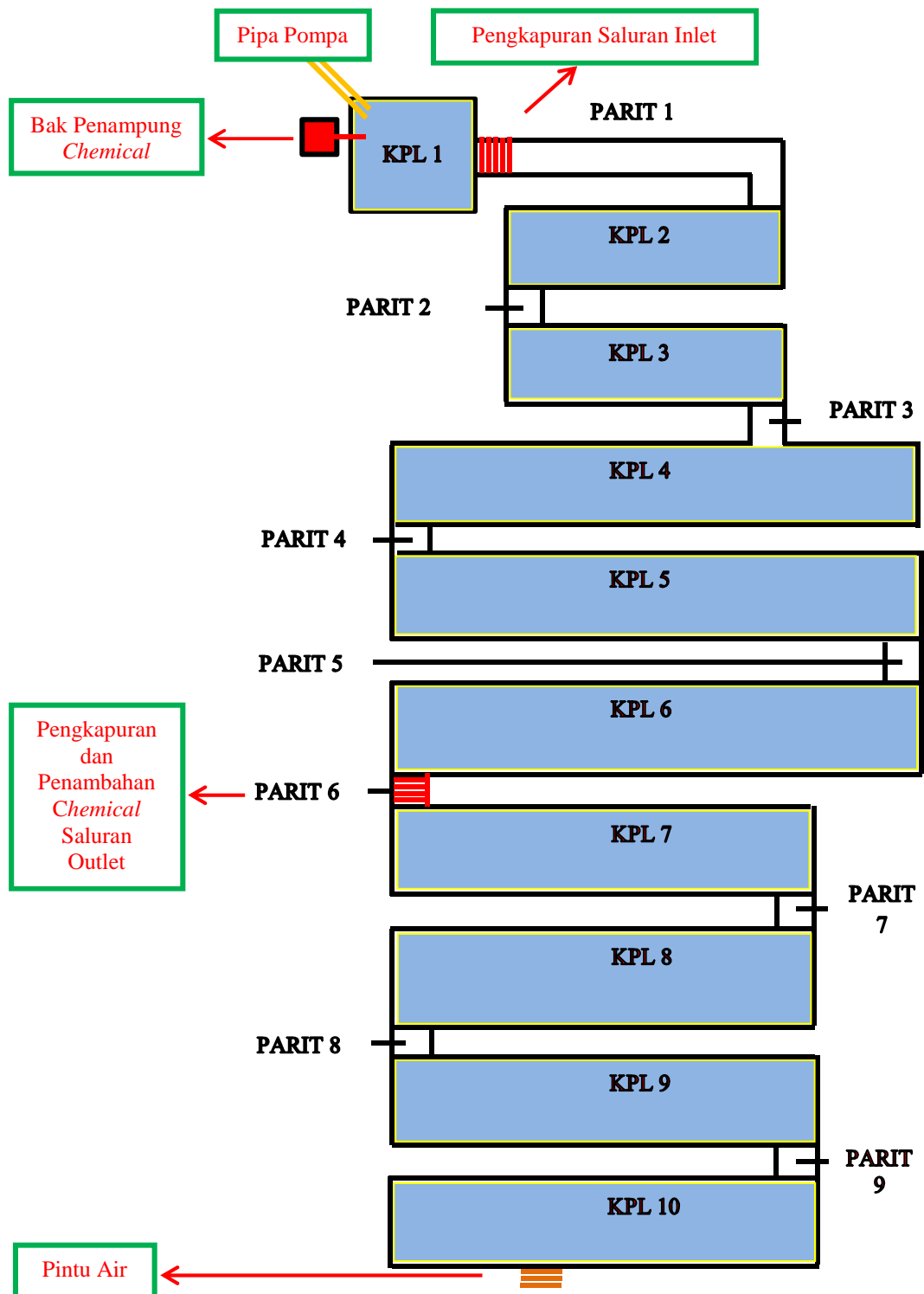
DAFTAR PUSTAKA

- Akcil, A. and S. Koldas. 2006. *Acid Mine Drainage (AMD): Causes, Treatment And Case Studies, Review Article, Journal of Cleaner Production*, 14: 1139-1145.
- Environment Australia. 1997. *Managing Sulphidic Mine Waste And Acid Drainage*. Best Practice Environmental Management in Mining. 69p.
- Ford, K.L. 2003. *Passive Treatment Systems For Acid Mine Drainage*. Technical Note 409. BLM?ST?ST-02/001+3596. Bureau of Land Management Web-based report available on lin at <http://www.blm.gov/nstc/library/techno2.htm>
- Gaikwad, R.W. and D.V.Gupta, 2007. *Acid Mine Drainage (AMD) Management*. Journal of Industrial Control 23 (2). pp 285-297.
- Jennings, S.R., D.R. Neuman, D.R. and P.S. Blicher. 2008. *Acid Mine Drainage and Effects on Fish Health and Ecology: A Review*. Reclamation Research Group Publication, Bozeman, MT.
- Johnson, B.D., and K.B. Hallberg. 2005. *Acid Mine Drainage Remediation Options: A Review*. Science of the Total Environment. 338, 3-14.
- Lampiran. 2003. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 113 Tentang Baku Mutu Lingkungan Limbah Air Bagi Usaha dan Kegiatan Pertambangan*, Pdf.
- Lampiran. 2008. *Peraturan Gubernur (Pergub) Provinsi Sumatera Selatan NO.8*. Tersedia pada <Http://Peraturan.bpk.go.id>. Diakses pada 15 Juli 2023.
- Materi Ipa. 2017. *Cara Menghitung Debit Air dalam Pipa*. Tersedia pada <Http://www.Materiipa.com>. Diakses pada 29 Maret 2023.
- McLemore, V.T. 2008. *Basic of Metal Mining Influence Water Volume 1*. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration Inc. 103pp.
- Munawar, A. 2017. *Pengolahan Air Asam Tambang*. Unib Press: Universitas Bengkulu.
- Poso-Antonio, S., I. Puente-Luna, S. Laguella-Lopez, and M. Viega-Rios. 2014. *Techniques To Correct And Prevent Acid Mine Draiange: A Review*. DYNA 81(184), pp. 73-80.
- Said, I.N. 2014. *Teknologi Pengolahan Air Asam Tambang Batubara*. Jurnal “*Manager*” Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. Vol 7 (2) : 123-130.

- Shokouhi, A., D.J. Williams, and A.K. Kho. 2014. *Settlement And Collapse Behaviour Of Coal Mine Spoil And Washery Wastes*. In Proceedings Tailings and Mine Waste 214. Keystone, Colorado, USA, October 5-8, 2014.
- Skousen, J., K. Politan, T. Hilton, and A. Meek. 1990. *Acid mine drainage treatment systems: chemicals and costs*. Green Lands 20(4): 31-37.
- Sukadarrumidi, 2009. *Batubara dan Pemanfaatannya*. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Wieder, R K., and G. E. Lang. 1982. *Modification of Acid Mine Drainage in a Freshwater Wetland*. pp. 43-53. In Proceedings of the Symposium on Wetlands of the Unglaciated Appalachian Region. Morgantown, WV.
- Yonatan, Agnes C. 2022. *Rumus Debit Air: Contoh Penerapan dan Pembahasan*. Tersedia pada <http://www.detik.com>. Diakses pada 29 Maret 2023.
- Zipper, C., J. Skousen, and J. Jage. 2009. *Passive treatment of acid mine drainage*. West Cooperative Extension Publication No.460-133, Originally posted June 2001. Updated/revised 2009.
- Zulkifi, A. 2014. *Dasar Dasar Ilmu Lingkungan*. Salemba Teknika: Jakarta Selatan.

LAMPIRAN A. KOLAM PENGENDAP LUMPUR DI PT LEMATANG COAL LESTARI (LCL)

A1. GAMBAR SKETSA KPL MAIN SUMP 2



LAMPIRAN B. PERHITUNGAN VOLUME AIR ASAM TAMBANG, TOTAL KAPUR TOHOR DAN VOLUME *CHEMICAL* DARI SAMPEL 1-6

B1. Perhitungan Sampel 1

Dari pengukuran pH air pada sampel 1 tanggal 03 april 2023 diketahui nilai pH air pada saluran inlet adalah 5 dan saluran outlet 6. Kegiatan ini menggunakan kapur tohor sebanyak 9 karung dan debit *chemical* 220 ml/6,54 detik, dengan durasi pemompaan air asam tambang selama 45 menit yang menggunakan pompa berkapasitas 2200 m³/jam. Maka didapatkan perhitungan volume air asam tambang, total berat kapur dan volume *chemical* pada sampel 1 yaitu sebagai berikut.

1. Volume Air Asam Tambang

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{POMPA}} &= 2200 \text{ m}^3/\text{jam} = 2.200.000 \text{ dm}^3/\text{jam} \\ &= 2.200.000 \text{ dm}^3/\text{jam} = 2.200.000 \text{ liter}/\text{jam} \\ &= \frac{2.200.000 \text{ liter}}{3600 \text{ detik}} \\ &= 611 \text{ liter}/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= 45 \text{ menit (Observasi)} \\ &= 45 \times 60 \text{ detik} \\ &= 2700 \text{ detik} \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} V_{\text{AAT}} &= Q_{\text{POMPA}} \times T \\ &= 611 \text{ liter}/\text{detik} \times 2700 \text{ detik} \\ &= 1.649.700 \text{ liter} \end{aligned}$$

2. Total Berat Kapur

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Total kapur} &= 9 \text{ karung} \times 50 \text{ Kg} \\ &= 450 \text{ Kg} \\ &= 450.000 \text{ Gram} \end{aligned}$$

(LANJUTAN)

3. Volume *Chemical*

Diketahui :

$$Q_{\text{KERANGAN}} = \frac{220 \text{ ml}}{6,54 \text{ detik}}$$
$$= 33,6 \text{ ml/detik}$$

$$T = 45 \text{ menit (Observasi)}$$
$$= 45 \times 60 \text{ detik}$$
$$= 2700 \text{ detik}$$

Penyelesaian :

$$V_{\text{CHEMICAL}} = Q_{\text{KERANGAN}} \times T$$
$$= 33,6 \text{ ml/detik} \times 2700 \text{ detik}$$
$$= 90.720 \text{ ml}$$

B2. Perhitungan Sampel 2

Dari pengukuran pH air pada sampel 2 tanggal 04 april 2023 diketahui nilai pH air pada saluran inlet adalah 5 dan saluran outlet 6. Kegiatan ini menggunakan kapur tohor sebanyak 10 karung dan debit *chemical* 220 ml/4,93 detik, dengan durasi pemompaan air asam tambang selama 42 menit yang menggunakan pompa berkapasitas 2200 m³/jam. Maka didapatkan perhitungan volume air asam tambang, total berat kapur dan volume *chemical* pada sampel 2 yaitu sebagai berikut.

1. Volume Air Asam Tambang

Diketahui :

$$Q_{\text{POMPA}} = 2200 \text{ m}^3/\text{jam} = 2.200.000 \text{ dm}^3/\text{jam}$$
$$= 2.200.000 \text{ dm}^3/\text{jam} = 2.200.000 \text{ liter/jam}$$
$$= \frac{2.200.000 \text{ liter}}{3600 \text{ detik}}$$
$$= 611 \text{ liter/ detik}$$

$$T = 42 \text{ menit (Observasi)}$$
$$= 42 \times 60 \text{ detik} = 2520 \text{ detik}$$

(LANJUTAN)

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}V_{AAT} &= Q_{POMPA} \times T \\ &= 611 \text{ liter/detik} \times 2520 \text{ detik} \\ &= 1.539.720 \text{ liter}\end{aligned}$$

2. Total Berat Kapur

Diketahui :

$$\begin{aligned}\text{Total kapur} &= 10 \text{ Karung} \times 50 \text{ Kg} \\ &= 500 \text{ Kg} \\ &= 500.000 \text{ Gram}\end{aligned}$$

3. Volume *Chemical*

Diketahui :

$$\begin{aligned}Q_{KERANGAN} &= \frac{220 \text{ ml}}{4,93 \text{ detik}} = 44,6 \text{ ml/detik} \\ T &= 42 \text{ menit (Observasi)} \\ &= 42 \times 60 \text{ detik} \\ &= 2520 \text{ detik}\end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}V_{CHEMICAL} &= Q_{KERANGAN} \times T \\ &= 44,6 \text{ ml/detik} \times 2520 \text{ detik} \\ &= 112.392 \text{ ml}\end{aligned}$$

B3. Perhitungan Sampel 3

Dari pengukuran pH air pada sampel 3 tanggal 05 april 2023 diketahui nilai pH air pada saluran inlet adalah 5 dan saluran outlet 6. Kegiatan ini menggunakan kapur tohor sebanyak 10 karung dan debit *chemical* 220 ml/4,42detik, dengan durasi pemompaan air asam tambang selama 43 menit yang menggunakan pompa berkapasitas 2200 m³/jam. Maka didapatkan perhitungan volume air asam tambang, total berat kapur dan volume *chemical* pada sampel 3 yaitu sebagai berikut.

(LANJUTAN)

1. Volume Air Asam Tambang

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{POMPA}} &= 2200 \text{ m}^3/\text{jam} = 2.200.000 \text{ dm}^3/\text{jam} \\ &= 2.200.000 \text{ dm}^3/\text{jam} = 2.200.000 \text{ liter}/\text{jam} \\ &= \frac{2.200.000 \text{ liter}}{3600 \text{ detik}} = 611 \text{ liter/ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= 43 \text{ menit (Observasi)} \\ &= 43 \times 60 \text{ detik} \\ &= 2580 \text{ detik} \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} V_{\text{AAT}} &= Q_{\text{POMPA}} \times T \\ &= 611 \text{ liter/detik} \times 2580 \text{ detik} \\ &= 1.576.380 \text{ liter} \end{aligned}$$

2. Total Berat Kapur

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Total kapur} &= 10 \text{ Karung} \times 50 \text{ Kg} \\ &= 500 \text{ Kg} \\ &= 500.000 \text{ Gram} \end{aligned}$$

3. Volume *Chemical*

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{KERANGA}} &= \frac{220 \text{ ml}}{4,42 \text{ detik}} \\ &= 49,78 \text{ ml/detik} \\ T &= 43 \text{ menit (Observasi)} \\ &= 43 \times 60 \text{ detik} \\ &= 2580 \text{ detik} \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} V_{\text{CHEMICAL}} &= Q_{\text{KERANGAN}} \times T \\ &= 49,78 \text{ ml/detik} \times 2580 \text{ detik} \\ &= 128.432 \text{ ml} \end{aligned}$$

(LANJUTAN)

B4. Perhitungan Sampel 4

Dari pengukuran pH air pada sampel 4 tanggal 06 april 2023 diketahui nilai pH air pada saluran inlet adalah 5 dan saluran outlet 6. Kegiatan ini menggunakan kapur tohor sebanyak 10 karung dan debit *chemical* 220 ml/1,85 detik, dengan durasi pemompaan air asam tambang selama 43 menit yang menggunakan pompa berkapasitas 2200 m³/jam. Maka didapatkan perhitungan volume air asam tambang, total berat kapur dan volume *chemical* pada sampel 4 yaitu sebagai berikut.

1. Volume Air Asam Tambang

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{POMPA}} &= 2200 \text{ m}^3/\text{jam} = 2.200.000 \text{ dm}^3/\text{jam} \\ &= 2.200.000 \text{ dm}^3/\text{jam} = 2.200.000 \text{ liter}/\text{jam} \\ &= \frac{2.200.000 \text{ liter}}{3600 \text{ detik}} = 611 \text{ liter}/\text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= 43 \text{ menit (Observasi)} \\ &= 43 \times 60 \text{ detik} = 2580 \text{ detik} \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} V_{\text{AAT}} &= Q_{\text{POMPA}} \times T \\ &= 611 \text{ liter}/\text{detik} \times 2580 \text{ detik} \\ &= 1.576.380 \text{ liter} \end{aligned}$$

2. Total Berat Kapur

Diketahui :

$$\begin{aligned} \text{Total kapur} &= 10 \text{ Karung} \times 50 \text{ Kg} = 500 \text{ Kg} \\ &= 500.000 \text{ Gram} \end{aligned}$$

3. Volume *Chemical*

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{\text{KERANGAN}} &= \frac{220 \text{ ml}}{1,85 \text{ detik}} \\ &= 118,9 \text{ ml}/\text{detik} \end{aligned}$$

(LANJUTAN)

$$\begin{aligned} T &= 43 \text{ menit (Observasi)} \\ &= 43 \times 60 \text{ detik} \\ &= 2580 \text{ detik} \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} V_{CHEMICAL} &= Q_{KERANGAN} \times T \\ &= 118,9 \text{ ml/detik} \times 2580 \text{ detik} \\ &= 306.762 \text{ ml} \end{aligned}$$

B5. Perhitungan Sampel 5

Dari pengukuran pH air pada sampel 5 tanggal 07 april 2023 diketahui nilai pH air pada saluran inlet adalah 5 dan saluran outlet 6. Kegiatan ini menggunakan kapur tohor sebanyak 12 karung dan debit *chemical* 220 ml/3,83 detik, dengan durasi pemompaan air asam tambang selama 45 menit yang menggunakan pompa berkapasitas 2200 m³/jam. Maka didapatkan perhitungan volume air asam tambang, total berat kapur dan volume *chemical* pada sampel 5 yaitu sebagai berikut.

1. Volume Air Asam Tambang

Diketahui :

$$\begin{aligned} Q_{POMPA} &= 2200 \text{ m}^3/\text{jam} = 2.200.000 \text{ dm}^3/\text{jam} \\ &= 2.200.000 \text{ dm}^3/\text{jam} = 2.200.000 \text{ liter/jam} \\ &= \frac{2.200.000 \text{ liter}}{3600 \text{ detik}} \\ &= 611 \text{ liter/ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= 45 \text{ menit (Observasi)} \\ &= 45 \times 60 \text{ detik} \\ &= 2700 \text{ detik} \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} V_{AAT} &= Q_{POMPA} \times T \\ &= 611 \text{ liter/detik} \times 2700 \text{ detik} \\ &= 1.649.700 \text{ liter} \end{aligned}$$

(LANJUTAN)

2. Total Berat Kapur

Diketahui :

$$\begin{aligned}\text{Total kapur} &= 12 \text{ Karung} \times 50 \text{ Kg} \\ &= 600 \text{ Kg} = 600.000 \text{ Gram}\end{aligned}$$

3. Volume *Chemical*

Diketahui :

$$Q_{\text{KERANGAN}} = \frac{220 \text{ ml}}{3,83 \text{ detik}} = 57,4 \text{ ml/detik}$$

$$\begin{aligned}T &= 45 \text{ menit (Observasi)} \\ &= 45 \times 60 \text{ detik} \\ &= 2700 \text{ detik}\end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}V_{\text{CHEMICAL}} &= Q_{\text{KERANGAN}} \times T \\ &= 57,4 \text{ ml/detik} \times 2700 \text{ detik} \\ &= 154.980 \text{ ml}\end{aligned}$$

B6. Perhitungan Sampel 6

Dari pengukuran pH air pada sampel 6 tanggal 08 april 2023 diketahui nilai pH air pada saluran inlet adalah 5 dan saluran outlet 6. Kegiatan ini menggunakan kapur tohor sebanyak 11 karung dan debit *chemical* 220 ml/2,57 detik, dengan durasi pemompaan air asam tambang selama 45 menit yang menggunakan pompa berkapasitas 2200 m³/jam. Maka didapatkan perhitungan volume air asam tambang, total berat kapur dan volume *chemical* pada sampel 6 yaitu sebagai berikut.

1. Volume Air Asam Tambang

Diketahui :

$$\begin{aligned}Q_{\text{POMPA}} &= 2200 \text{ m}^3/\text{jam} = 2.200.000 \text{ dm}^3/\text{jam} \\ &= 2.200.000 \text{ dm}^3/\text{jam} = 2.200.000 \text{ liter/jam} \\ &= \frac{2.200.000 \text{ liter}}{3600 \text{ detik}} = 611 \text{ liter/ detik}\end{aligned}$$

$$T = 45 \text{ menit} = 45 \times 60 \text{ detik} = 2700 \text{ detik (Observasi)}$$

(LANJUTAN)

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}V_{AAT} &= Q_{POMPA} \times T \\ &= 611 \text{ liter/detik} \times 2700 \text{ detik} = 1.649.700 \text{ liter}\end{aligned}$$

2. Total Berat Kapur

Diketahui :

$$\begin{aligned}\text{Total kapur} &= 11 \text{ Karung} \times 50 \text{ Kg} \\ &= 550 \text{ Kg} = 550.000 \text{ Gram}\end{aligned}$$

3. Volume *Chemical*

Diketahui :

$$\begin{aligned}Q_{KERANGAN} &= \frac{220 \text{ ml}}{2,57 \text{ detik}} \\ &= 85,6 \text{ ml/detik}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T &= 45 \text{ menit (Observasi)} \\ &= 45 \times 60 \text{ detik} \\ &= 2700 \text{ detik}\end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\begin{aligned}V_{CHEMICAL} &= Q_{KERANGAN} \times T \\ &= 85,6 \text{ ml/detik} \times 2700 \text{ detik} \\ &= 231.120 \text{ ml}\end{aligned}$$

LAMPIRAN C. PH INLET DAN OUTLET AIR ASAM
TAMBANG DI PT LEMATANG COAL LESTARI
(LCL)

C1. PENGUKURAN PH INLET DAN OUTLET AIR ASAM
TAMBANG DI PT LEMATANG COAL LESTART (LCL)
TANGGAL 03 APRIL 2023



C2. PENGUKURAN PH INLET DAN OUTLET AIR ASAM
TAMBANG DI PT LEMATANG COAL LESTART (LCL)
TANGGAL 04 APRIL 2023



(LANJUTAN)

C3. PENGUKURAN PH INLET DAN OUTLET AIR ASAM
TAMBANG DI PT LEMATANG COAL LESTART (LCL)
TANGGAL 05 APRIL 2023



C4. PENGUKURAN PH INLET DAN OUTLET AIR ASAM
TAMBANG DI PT LEMATANG COAL LESTART (LCL)
TANGGAL 06 APRIL 2023



(LANJUTAN)

C5. PENGUKURAN PH INLET DAN OUTLET AIR ASAM
TAMBANG DI PT LEMATANG COAL LESTART (LCL)
TANGGAL 07 APRIL 2023



C6. PENGUKURAN PH INLET DAN OUTLET AIR ASAM
TAMBANG DI PT LEMATANG COAL LESTART (LCL)
TANGGAL 08 APRIL 2023



LAMPIRAN D. PERATURAN GUBERNUR (PERGUB)
PROVINSI SUMATERA SELATAN NO.8
TAHUN 2012 TENTANG BAKU MUTU LIMBAH
CAIR BAGI KEGIATAN INDUSTRI, HOTEL,
RUMAH SAKIT, DOMESTIK DAN
PERTAMBANGAN BATUBARA

TABEL BAKU MUTU LIMBAH CAIR KEGIATAN
PERTAMBANGAN BATU BARA

No	Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
1	pH	-	6-9
2	Residu tersuspensi	Mg/l	300
3	Besi (Fe)	Mg/l	7
4	Mangan (Mn)	Mg/l	4