

**SKRIPSI**

**OPTIMASI PENGGUNAAN DOSIS KOAGULAN ALUM DAN *POLY*  
*ALUMINIUM CHLORIDE (PAC)* DALAM PENGELOLAAN  
LIMBAH CAIR BATUBARA**

**Disusun dan diajukan oleh**

**ADITYA ANUGRAH NUR RAMADHAN**

**D62115003**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2022**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**OPTIMASI PENGGUNAAN DOSIS KOAGULAN ALUM DAN *POLY ALUMINIUM*  
*CHLORIDE (PAC)* DALAM PENGELOLAAN LIMBAH CAIR BATUBARA**

**Disusun dan diajukan oleh**

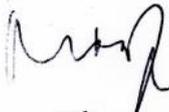
**Aditya Anugrah Nur Ramadhan**

**D62115003**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 12 Juli 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



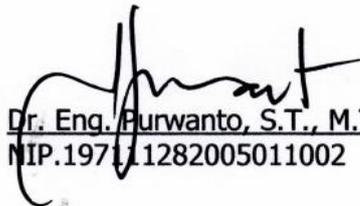
Dr. Eng. Ir. Muhammad Ramli, M.T.  
NIP. 196807181993091001

Pembimbing Pendamping,



Asta Arjunoarwan Hatta, S.T., M.T.  
NIP. 199511262022043001

Ketua Program Studi,



Dr. Eng. Purwanto, S.T., M.T.  
NIP. 197111282005011002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aditya Anugrah Nur Ramadhan  
NIM : D62115003  
Program Studi : Teknik Pertambangan  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

OPTIMASI PENGGUNAAN DOSIS KOAGULAN ALUM DAN *POLY ALUMINIUM CHLORIDE*  
(PAC) DALAM PENGELOLAAN LIMBAH CAIR BATUBARA

adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 12 Juli 2022

Yang menyatakan



Aditya Anugrah Nur Ramadhan

## ABSTRAK

Setiap pertambangan batubara diharuskan mengolah terlebih dahulu air limbah yang dihasilkan sebelum dibuang ke lingkungan. Proses pengelolaan limbah cair batubara yang umum digunakan untuk memenuhi baku mutu tersebut adalah pengendapan padatan tersuspensi dengan penambahan koagulan. Penggunaan dosis koagulan yang tidak tepat dapat mempengaruhi keefektifan koagulan dalam membuat parameter pada air sesuai dengan baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis yang tepat dari beberapa koagulan dalam pengelolaan limbah cair batubara sekaligus menentukan jenis koagulan yang efektif dalam pengelolaan limbah cair batubara. Pada studi ini, dilakukan *jar test* untuk mengetahui nilai *TSS* dan *pH* akhir pada sampel yang telah diberi perlakuan berupa penambahan variasi dosis koagulan berupa alum dan *poly aluminium chloride (PAC)*, yaitu 50, 100 dan 150 ppm. Dosis optimum diperoleh dengan menggunakan analisis interpolasi kuadratik. Hasil analisis menunjukkan bahwa Dosis koagulan dan nilai *TSS* memiliki hubungan yang signifikan dimana penambahan jumlah dosis akan menurunkan nilai *TSS* dengan rata-rata presentasi penurunan *TSS* sebesar 95,18% pada alum dan 98,74% pada *PAC*. Dosis koagulan dan nilai *pH* memiliki hubungan yang signifikan dimana penambahan jumlah dosis akan menurunkan nilai *pH* dengan presentasi penurunan *pH* sebesar 10,7% pada alum dan 18,46% pada *PAC*. dosis optimum pada alum adalah 21,51 ppm sedangkan pada *PAC* adalah 20,24 ppm. Koagulan yang paling efektif berdasarkan hasil analisis adalah alum.

Kata Kunci: Limbah cair batubara; *jar test*; koagulan; *TSS*; *pH*.

## **ABSTRACT**

*All of the coal mining industry is required to process the waste water before dispose it to the environment. Coal waste water treatment method that commonly used to fulfil government's regulation is sedimentation of suspended solid by adding coagulant. Inappropriate use of coagulant dosage can interfere the effectiveness of coagulant to match the water parameters with water quality standard set government. This study aims to determine the optimum dosage from several coagulants in water treatment. This study uses jar test method to determine TSS and pH value from samples that has been added by coagulants such alum and poly aluminium chloride (PAC) with certain variance of dosages, those are 50, 100, 150 ppm. Optimum dosage was determined by using quadratic interpolation, lagrange interpolation, and polynomial regression order 3. The results show that the optimum dosage in alum is 21,51 ppm and 20,24 ppm in PAC. The dosage of coagulant has significant relation to TSS value where the increasing of dosage will decrease TSS value with 95,18% in alum and 98,74% % in PAC. The dosage of coagulant has also significant relation to pH value where the increasing of dosage will decrease pH value with 10,7% in alum and 18,46%% in PAC. The most effective coagulant based from analysis result is alum.*

*Keywords: Coal waste water; jar test; coagulant; TSS; pH.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan atas hidayah Allah SWT yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir berjudul "Optimasi Penggunaan Dosis Koagulan Alum dan *Poly Aluminium Chloride (PAC)* dalam Pengelolaan Limbah Cair Batubara". Sholawat serta salam senantiasa tercurah kepada Rasulullah SAW sang pemimpin dan sang revolusioner yang telah memimpin umat manusia menuju zaman yang lebih cemerlang.

Penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis menyampaikan hormat dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada, Dr-Eng. Ir. Muhammad Ramli., M.T. dan bapak Asta Arjunoarwan Hatta., S.T., M.T. selaku dosen Laboratorium Lingkungan Tambang, Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. selaku Pembimbing pendamping yang telah mendidik dan mengasuh penulis selama proses penyusunan tugas akhir, Bapak Dr.Eng. Purwanto, S.T., M.T. selaku Ketua Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Keluarga, Ibu dan Bapak tercinta serta saudara-saudari tersayang yang selalu mendoakan dan memberikan semangat serta motivasi untuk penulis. Teman-teman seperjuangan, Teknik Pertambangan Universitas Hasanuddin angkatan 2015 (Stability 2015), serta seluruh anggota Laboratorium Lingkungan Tambang. Kesempurnaan itu hanya milik Allah SWT, jikalau ada kesalahan itu semata-mata dari penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi peningkatan ilmu pengetahuan dan demi penyempurnaan skripsi ini.

Makassar, 27 Juni 2022

Penulis

# DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN .....	iii
ABSTRAK .....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian .....	4
1.6 Tahapan Penelitian .....	5
BAB II LIMBAH CAIR BATUBARA DAN PENGELOLAANNYA .....	7
2.1 Pembentukan Limbah Cair Batubara .....	7
2.2 Sifat Ketidakhayuan Air .....	7
2.3 Mekanisme Destabilisasi .....	13

2.4	Koagulasi .....	15
2.5	Koagulan .....	17
2.6	..... Flokulasi .....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....		22
3.1	Metode Penelitian .....	22
3.2	Variabel Penelitian .....	22
3.3	Prosedur Penelitian .....	23
3.4	Diagram Alir Penelitian.....	29
BAB IV OPTIMASI PENGGUNAAN DOSIS KOAGULAN ALUM DAN PAC DALAM PENGELOLAAN LIMBAH CAIR BATUBARA .....		31
4.1	Parameter Awal Sampel .....	31
4.2	Analisis Laboratorium.....	32
4.3	Analisis Interpolasi Kuadratik.....	36
4.4	Analisis Interpolasi Lagrange .....	40
4.5	Analisis Regresi Polinomial Orde 3.....	45
4.6	Perhitungan Nilai Error .....	49
4.7	Penentuan Dosis Optimum .....	49
BAB V KESIMPULAN.....		56
5.1	Kesimpulan .....	56
5.2	Saran .....	56
DAFTAR PUSTAKA .....		58
LAMPIRAN .....		59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
1.1	Hubungan kekeruhan, <i>pH</i> , dan dosis koagulan .....	2
1.2	Peta lokasi penelitian.....	4
2.1	Proses koagulasi dan flokulasi.....	9
2.2	Profil <i>zeta potential</i> (nV) pada <i>moorland water</i> dan presipitasi koagulan...	10
2.3	Model partikel koloid .....	11
2.4	Gaya pada partikel koloid setelah kompresi lapisan ganda.....	13
2.5	Mekanisme <i>bridging</i> .....	14
2.6	Tampak mikroskopis dari flok pada <i>water treatment</i> .....	20
3.1	Pengambilan sampel di lokasi penelitian .....	24
3.2	Proses pengukuran pH pada sampel.....	24
3.3	Pembagian sampel ke dalam beberapa beaker glass 500 ml.....	25
3.4	Penambahan koagulan ke dalam sampel. ....	26
3.5	Proses pengadukan cepat.....	26
3.6	Proses pengadukan lambat.....	27
3.7	Proses sedimentasi .....	27
3.8	Bagan alir penelitian .....	30
4.1	Grafik pengaruh dosis koagulan alum terhadap <i>TSS</i> .....	32
4.2	Grafik pengaruh dosis koagulan alum terhadap <i>pH</i> .....	33
4.3	Grafik hubungan dosis koagulan <i>PAC</i> terhadap <i>TSS</i> .....	35
4.4	Grafik hubungan dosis koagulan <i>PAC</i> terhadap <i>pH</i> .....	36
4.5	Grafik kurva dari fungsi kuadratik dosis alum terhadap <i>TSS</i> .....	37
4.6	Grafik kurva dari fungsi kuadratik dosis alum terhadap <i>pH</i> .....	38

4.7	Grafik kurva dari fungsi kuadratik dosis <i>PAC</i> terhadap <i>TSS</i> .....	39
4.8	Grafik kurva dari fungsi kuadratik dosis <i>PAC</i> terhadap <i>pH</i> .....	40
4.9	Grafik kurva dari fungsi interpolasi lagrange dosis alum terhadap <i>TSS</i> ..	41
4.10	Grafik kurva dari fungsi interpolasi lagrange dosis alum terhadap <i>pH</i> ...	42
4.11	Grafik kurva dari fungsi interpolasi lagrange dosis <i>PAC</i> terhadap <i>TSS</i> ...	43
4.12	Grafik kurva dari fungsi interpolasi lagrange dosis <i>PAC</i> terhadap <i>pH</i> ....	44
4.13	Grafik kurva dari fungsi polinomial orde 3 dosis alum terhadap <i>TSS</i> .....	45
4.14	Grafik kurva dari fungsi polinomial orde 3 dosis alum terhadap <i>pH</i> .....	46
4.15	Grafik kurva dari fungsi polinomial orde 3 dosis <i>PAC</i> terhadap <i>TSS</i> .....	47
4.16	Grafik kurva dari fungsi polinomial orde 3 dosis <i>PAC</i> terhadap <i>pH</i> .....	48

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 <i>Zeta potential</i> dari kontaminan air pada umumnya.....	10
2.2 Koagulan nonorganik yang umum dipakai dalam proses <i>water treatment</i> ....	16
4.1 Parameter awal sampel .....	31
4.2 Data perubahan nilai <i>TSS</i> pada sampel menggunakan koagulan alum....	32
4.3 Data perubahan nilai <i>pH</i> pada sampel menggunakan koagulan alum .....	33
4.4 Data perubahan nilai <i>TSS</i> pada sampel menggunakan koagulan <i>PAC</i> .....	34
4.5 Data perubahan nilai <i>pH</i> pada sampel menggunakan koagulan <i>PAC</i> .....	35
4.6 Nilai $x$ dan $f_2x$ ke- $n$ pada fungsi dosis alum terhadap <i>TSS</i> .....	36
4.7 Nilai $b_0$ , $b_1$ , dan $b_2$ pada fungsi dosis alum terhadap <i>TSS</i> .....	37
4.8 Nilai $x$ dan $f_2x$ ke- $n$ pada fungsi dosis alum terhadap <i>pH</i> .....	37
4.9 Nilai $b_0$ , $b_1$ , dan $b_2$ pada fungsi dosis alum terhadap <i>pH</i> .....	38
4.10 Nilai $x$ dan $f_2x$ ke- $n$ pada fungsi dosis <i>PAC</i> terhadap <i>TSS</i> .....	38
4.11 Nilai $b_0$ , $b_1$ , dan $b_2$ pada fungsi dosis <i>PAC</i> terhadap <i>TSS</i> .....	39
4.12 Nilai $x$ dan $f_2x$ ke- $n$ pada fungsi dosis <i>PAC</i> terhadap <i>pH</i> .....	39
4.13 Nilai $b_0$ , $b_1$ , dan $b_2$ pada fungsi dosis <i>PAC</i> terhadap <i>pH</i> .....	40
4.14 Penentuan nilai matriks pada fungsi dosis alum terhadap <i>TSS</i> .....	41
4.15 Nilai $a_0$ , $a_1$ , $a_2$ , dan $a_3$ pada fungsi dosis alum terhadap <i>TSS</i> .....	41
4.16 Penentuan nilai matriks pada fungsi dosis alum terhadap <i>pH</i> .....	42
4.17 Nilai $a_0$ , $a_1$ , $a_2$ , dan $a_3$ pada fungsi dosis alum terhadap <i>pH</i> .....	42
4.18 Penentuan nilai matriks pada fungsi dosis <i>PAC</i> terhadap <i>TSS</i> .....	43
4.19 Nilai $a_0$ , $a_1$ , $a_2$ , dan $a_3$ pada fungsi dosis <i>PAC</i> terhadap <i>TSS</i> .....	43
4.20 Penentuan nilai matriks pada fungsi dosis <i>PAC</i> terhadap <i>pH</i> .....	44

4.21	Nilai $a_0, a_1, a_2,$ dan $a_3$ pada fungsi dosis <i>PAC</i> terhadap <i>pH</i> .....	44
4.22	Penentuan nilai matriks pada fungsi dosis alum terhadap <i>TSS</i> .....	45
4.23	Nilai $a_0, a_1, a_2,$ dan $a_3$ pada fungsi dosis alum terhadap <i>TSS</i> .....	45
4.24	Penentuan nilai matriks pada fungsi dosis alum terhadap <i>pH</i> .....	46
4.25	Nilai $a_0, a_1, a_2,$ dan $a_3$ pada fungsi dosis alum terhadap <i>pH</i> .....	46
4.26	Penentuan nilai matriks pada fungsi dosis <i>PAC</i> terhadap <i>TSS</i> .....	47
4.27	Nilai $a_0, a_1, a_2,$ dan $a_3$ pada fungsi dosis <i>PAC</i> terhadap <i>TSS</i> .....	47
4.28	Penentuan nilai matriks pada fungsi dosis <i>PAC</i> terhadap <i>pH</i> .....	48
4.29	Nilai $a_0, a_1, a_2,$ dan $a_3$ pada fungsi dosis <i>PAC</i> terhadap <i>pH</i> .....	48
4.30	Perhitungan nilai error pada tiap persamaan.....	49
4.31	Penentuan nilai $x$ pada persamaan 4.15.....	51
4.32	Penentuan nilai $x$ pada persamaan 4.16.....	52
4.33	Penentuan nilai $x$ pada persamaan 4.17.....	53
4.34	Penentuan nilai $x$ pada persamaan 4.17.....	53
4.35	Rekapitulasi nilai <i>TSS</i> dan <i>pH</i> pada dosis optimum alum.....	55
4.36	Rekapitulasi nilai <i>TSS</i> dan <i>pH</i> pada dosis optimum <i>PAC</i> .....	55

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
A Data Hasil <i>Jar test</i> .....	59
B Perhitungan Analisis Interpolasi Kuadratik, Interpolasi Lagrange, dan Regresi Polinomial Orde 3 .....	61
C Kartu Konsultasi .....	71

# **BAB I**

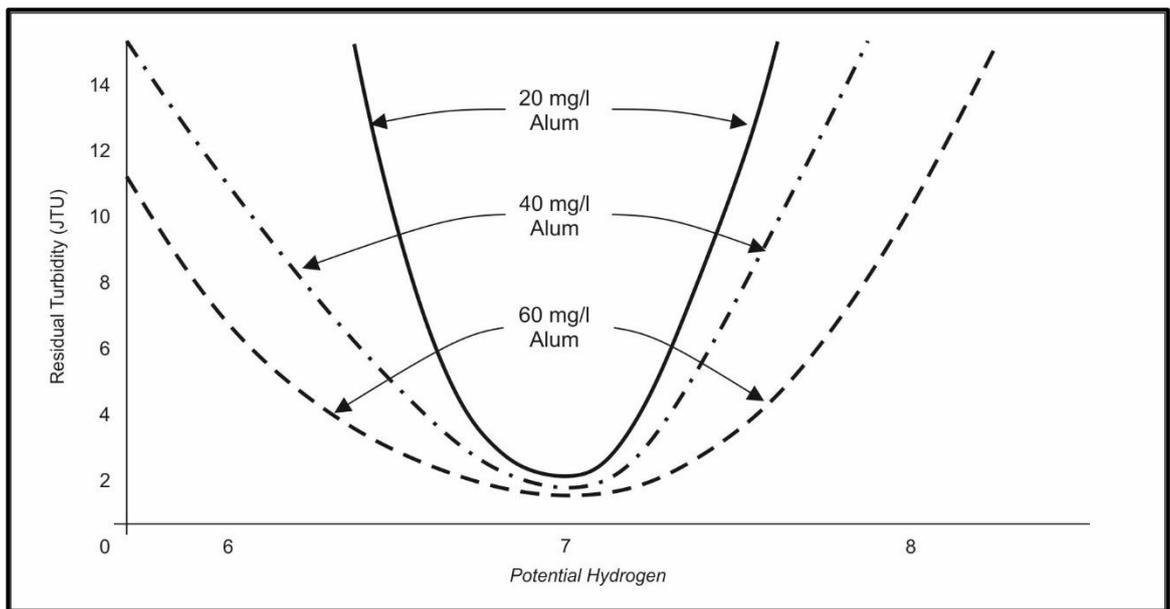
## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Industri pertambangan sangat berperan dalam menggerakkan perekonomian Indonesia. Selain menjadi salah satu sumber pendapatan negara dan memenuhi kebutuhan batubara di Indonesia, industri pertambangan juga menyediakan lapangan pekerjaan bagi warga Indonesia. Namun, industri pertambangan juga merupakan salah satu industri yang menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem pada lingkungan. Dampak-dampak yang ditimbulkan akibat adanya aktifitas pertambangan yaitu kerusakan habitat dan *biodiversity* di sekitar lokasi pertambangan, terbentuknya limbah tambang dan *tailing*, terbentuknya air limbah dan air asam tambang, pemaparan bahan kimia ditempat, toksitas logam berat dan kesehatan masyarakat di sekitar tambang (UNEP, 1999).

Salah satu dampak yang sering menjadi permasalahan dari beberapa dampak negatif yang telah disebutkan sebelumnya adalah terbentuknya limbah. Salah satu jenis limbah yang dihasilkan adalah limbah cair batubara yang berasal dari aktivitas industri pertambangan batubara. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 133 Tahun 2003, limbah cair usaha dan atau kegiatan pertambangan batubara adalah air yang berasal dari kegiatan pertambangan batubara dan air buangan yang berasal dari kegiatan pengelolaan/pencucian batubara. Sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 113 tahun 2003 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan atau kegiatan pertambangan batubara, setiap pertambangan batubara diharuskan mengolah terlebih dahulu air limbah yang dihasilkan sebelum dikembalikan ke lingkungan. Parameter baku mutu yang dikontrol antara lain adalah *potential hydrogen*

(*pH*), *total suspended solid (TSS)*, kandungan besi ( $\text{Fe}^{3+}$ ), dan Kandungan mangan ( $\text{Mn}^{2+}$ ). Proses pengelolaan limbah cair batubara yang umum digunakan untuk memenuhi baku mutu tersebut adalah pengendapan padatan tersuspensi dengan penambahan koagulan untuk menurunkan nilai *TSS* beserta kandungan logam. Namun, penggunaan koagulan dalam proses tersebut tidak boleh kurang ataupun berlebih. Karena, seiring dengan peningkatan kekeruhan, alkalinitas, dan zat organik menyebabkan peningkatan dosis koagulan. Sebaliknya, *pH* memiliki hubungan negatif terhadap dosis koagulan. Hubungan antara kekeruhan, *pH*, dan dosis koagulan berbentuk kurva U (parabola terbuka) seperti yang terlihat pada gambar berikut (Ayundyahrini, dkk., 2013).



Gambar 1. 1 Hubungan kekeruhan, *pH*, dan dosis koagulan

Oleh karena itu, penentuan dosis koagulan yang optimum untuk menghasilkan parameter air yang sesuai dengan standar baku mutu merupakan fokus penelitian ini.

## 1.2 Rumusan Masalah

Penggunaan dosis koagulan yang kurang ataupun berlebih dapat mempengaruhi keefektifan koagulan dalam membuat parameter air meliputi jumlah

*total suspended solid (TSS)* dan *potential hydrogen (pH)* sesuai dengan standar baku mutu. Berdasarkan masalah tersebut, rumusan masalah yang ada pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengaruh dosis koagulan alum dan *poly aluminium chloride (PAC)* terhadap perubahan nilai *TSS* dalam pengelolaan limbah cair batubara.
2. Pengaruh dosis koagulan alum dan *poly aluminium chloride (PAC)* terhadap perubahan nilai *pH* dalam pengelolaan limbah cair batubara.
3. Jumlah dosis optimum dari koagulan alum dan *poly aluminium chloride (PAC)* yang digunakan untuk membuat parameter dalam limbah cair batubara sesuai dengan standar baku mutu.
4. Jenis koagulan yang paling efektif dalam membuat parameter (*TSS* dan *pH*) sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan sebelumnya, maka tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

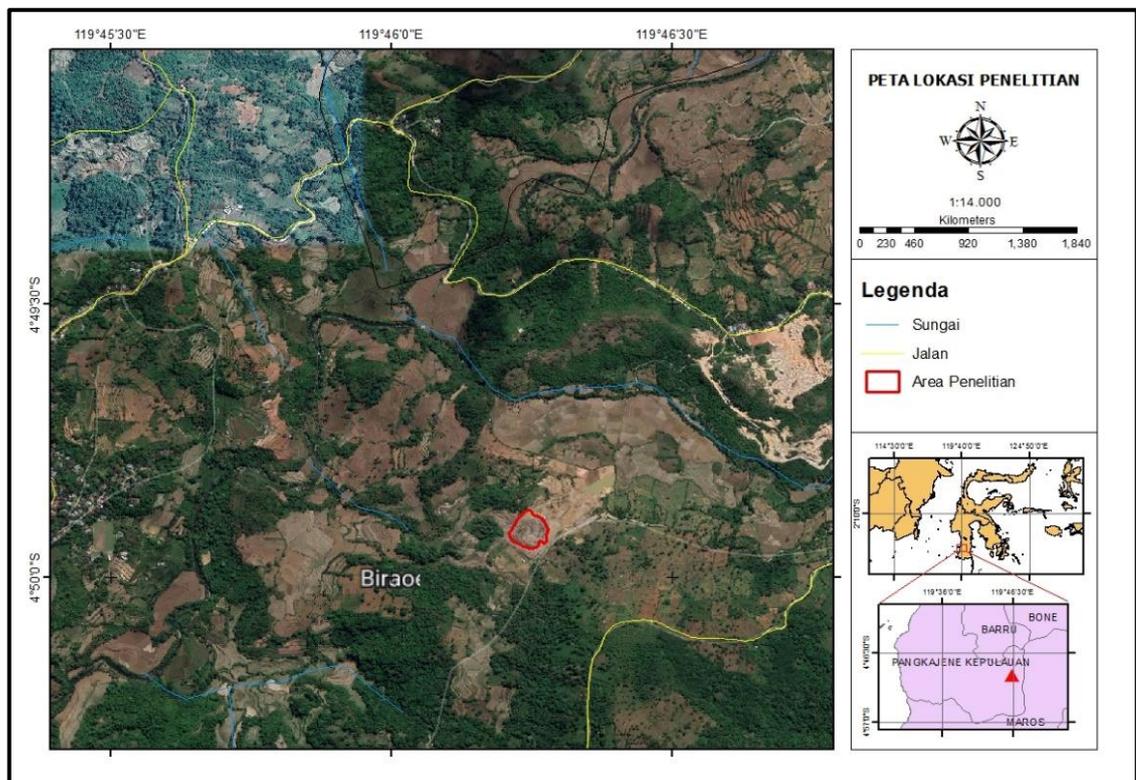
1. Menganalisis pengaruh dosis koagulan terhadap nilai *TSS* dalam limbah cair batubara.
2. Menganalisis pengaruh dosis koagulan terhadap nilai *pH* dalam limbah cair Batubara.
3. Menentukan jumlah dosis dari tiap koagulan yang digunakan sebagai kondisi optimum proses pengendapan.
4. Menentukan jenis koagulan yang paling efektif dalam membuat parameter (*TSS* dan *pH*) sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini berguna sebagai referensi sekaligus menjadi alternatif lain dalam menentukan dosis koagulan yang optimum dalam proses pengelolaan limbah cair batubara. Penelitian ini diharapkan dapat mengoptimalkan penggunaan dosis koagulan dan diharapkan dapat meminimalisir dampak lingkungan yang disebabkan oleh penggunaan dosis koagulan yang tidak tepat.

## 1.5 Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian

Daerah penelitian merupakan lahan bekas tambang batubara. Secara administratif lokasi penelitian terletak di Desa Lanne, Kecamatan Tondong Tallasa, Kabupaten Pangkajene Kepulauan, Provinsi Sulawesi Selatan. Daerah penelitian berjarak sekitar 105 km sebelah timur laut Kota Makassar dan ditempuh selama  $\pm$  3 jam, melalui perjalanan darat menggunakan kendaraan roda empat.



Gambar 1. 2 Peta lokasi penelitian

## 1.6 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

### 1. Studi Literatur

Studi literatur meliputi kajian mengenai objek penelitian melalui literatur dan berbagai referensi yang tersedia. Kajian diperoleh melalui buku, jurnal penelitian, *proceeding*, artikel, ataupun laporan dan penelitian terdahulu yang pernah dilakukan pada daerah penelitian.

### 2. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel menggunakan metode *grab sampling*. Sampel diambil secara langsung sebanyak 6,5 L. Sampel diperoleh dari lokasi penelitian yang merupakan air genangan yang terbentuk dari paparan air hujan terhadap singkapan batubara. Lokasi pengambilan sampel terletak pada Desa Lanne, Kecamatan Tondong Tallasa, Kabupaten Pangkajene Kepulauan, Provinsi Sulawesi Selatan.

### 3. Preparasi Sampel

Setelah sampel diperoleh, sampel kemudian dihomogenkan terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk menyamakan kondisi sampel sebelum dibagi ke dalam beberapa wadah. Sampel diaduk secara perlahan selama  $\pm 30$  detik. Setelah itu, nilai parameter sampel diukur sebagai data awal tiap sampel. Kemudian, sampel dibagi ke dalam 8 wadah berukuran 500 ml.

### 4. Uji Laboratorium

Sampel yang telah dipreparasi kemudian diuji di Laboratorium Instalasi Penjernihan Air Pandang-pandang, PDAM Gowa menggunakan metode *jar test*. *Jar test* yang digunakan mengikuti standar yang ditetapkan oleh

Laboratorium Instalasi Penjernihan Air Pandang-pandang, PDAM Gowa.

Standar yang ditetapkan oleh pihak laboratorium adalah sebagai berikut:

- a. Kecepatan pengadukan pada saat pengadukan cepat sebesar 120 rpm selama 1 menit
- b. Kecepatan pengadukan pada saat pengadukan lambat sebesar 40 rpm selama 10 menit.
- c. Proses sedimentasi berlangsung selama 10 menit

Setelah *jar test* dilakukan, nilai *TSS* dan *pH* pada sampel diukur kembali sebagai data akhir pada tiap sampel.

#### 5. Pengelolaan Data

Setelah seluruh data diperoleh, dilakukan pengelolaan data dan dianalisis menggunakan metode interpolasi kuadratik untuk menentukan fungsi tiap variabel sekaligus memproyeksikan pola distribusi data. Setelah fungsi dari tiap variabel didapatkan, titik potong antara fungsi tiap variabel terhadap fungsi standar baku mutu ditentukan. Titik potong inilah yang menjadi nilai optimum dari dosis yang digunakan pada sampel.

#### 6. Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Penyusunan laporan tugas akhir merupakan tahapan terakhir dalam penelitian. Penyusunan laporan ini bertujuan untuk melaporkan seluruh data, kegiatan, dan hasil yang diperoleh selama melaksanakan penelitian ini. Laporan ini disusun berdasarkan kaidah penyusunan laporan yang berlaku di Departemen Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

## **BAB II**

### **LIMBAH CAIR BATUBARA DAN PENGELOLAANNYA**

#### **2.1 Pembentukan Limbah Cair Batubara**

Proses produksi batubara meliputi proses ekstraksi dan juga preparasi sebelum batubara dapat diolah. Proses ekstraksi dilakukan dalam area pertambangan dimana penambangan batubara dapat dilakukan dengan metode penambangan tertutup atau penambangan terbuka. Kedua metode penambangan tersebut merupakan proses ekstraksi yang masih menghasilkan banyak limbah seperti air asam tambang dengan padatan tersuspensi yang tinggi. Proses preparasi batubara merupakan proses dimana batubara *run-of-mine (ROM)* atau batubara keluaran tambang dibersihkan dari pengotor dan digolongkan untuk menghasilkan produk yang konsisten untuk pasar. Preparasi batubara meliputi serangkaian proses fisika yaitu penyamaan ukuran dan pengurangan kandungan mineral seperti abu atau sulfur. Unit operasi utama yang digunakan pada proses preparasi ini adalah klasifikasi (*screen*), pembersihan (unit pencucian), penghancuran (*crusher*), dan pemisahan cairan/padatan. Proses fisika ini merupakan proses yang menghasilkan air dengan kandungan padatan tersuspensi yang jauh melebihi baku mutu, sehingga harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan (Laskowsky, 2001).

#### **2.2 Sifat Ketidakmurnian Air**

Air merupakan salah satu komponen utama yang sangat penting bagi kelangsungan makhluk hidup. Pada umumnya, air yang ada di bumi bersifat tidak murni, melainkan memiliki kandungan lain yang merupakan pengotor. Terdapat empat

parameter ketidakmurnian air yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas air, yaitu (Gozan, 2005):

1. Sifat fisika

Parameter fisika air merupakan sesuatu yang dapat terlihat, terasa, dan tercium. Parameternya antara lain adalah bau, kekeruhan, rasa, warna, temperatur, daya hantar listrik (dhl), padatan total (TDS), padatan tersuspensi (*TSS*).

2. Sifat kimia

Kandungan zat kimia yang terdapat dalam air, meliputi zat organik dan anorganik. Parameternya antara lain adalah *pH*, alkalinitas, asam bebas mineral, gas-gas larut ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$ , dll.), kation ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , dll.), anion ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CN}^-$ ), Senyawa nitrogen ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ), logam (Fe, Ni, Mn, Cu, Zn, Hg, Pb, Cr, Cd, Ag, As), senyawa fenolik, minyak dan lemak, dan sisa klor ( $\text{Cl}_2$ ).

3. Sifat mikrobiologi

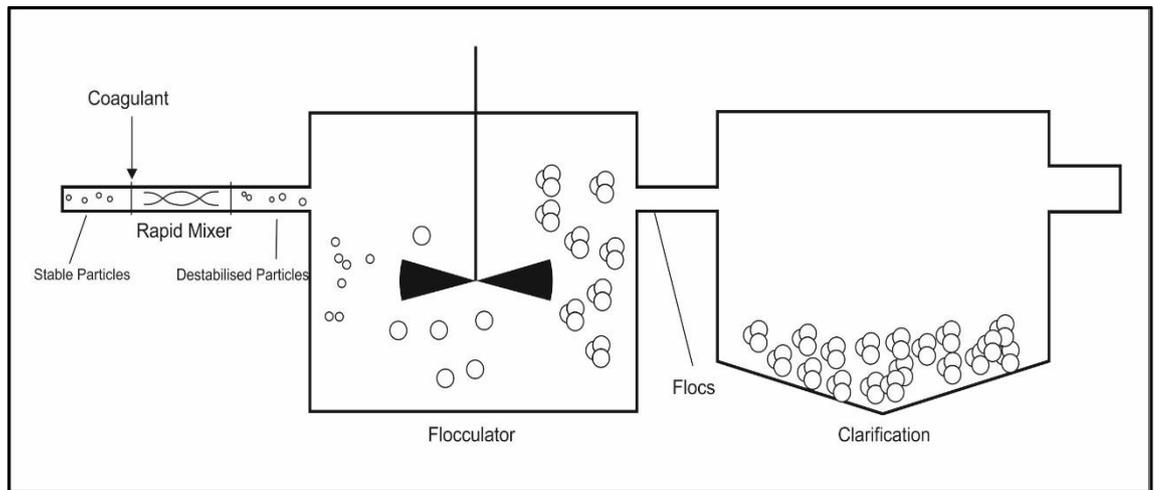
Parameter mikrobiologi ditentukan oleh keberadaan mikroorganisme yang hidup di dalam air. Hal ini penting dalam hubungannya dengan kesehatan. Selain itu, mikroorganisme juga dapat mempengaruhi sifat fisika dan kimia dari air. Parameternya antara lain adalah kuman parasitik, kuman patogenik, dan bakteri total.

4. Sifat radiologi

Parameter radiologi berhubungan dengan radioaktivitas dari zat yang terkandung dalam air. Parameternya antara lain adalah sinar alfa dan sinar beta.

Partikel-partikel berukuran sub-mikron yang menyebabkan turbiditas dalam air umumnya bersifat koloid. Permukaan partikel-partikel tersebut memiliki muatan yang

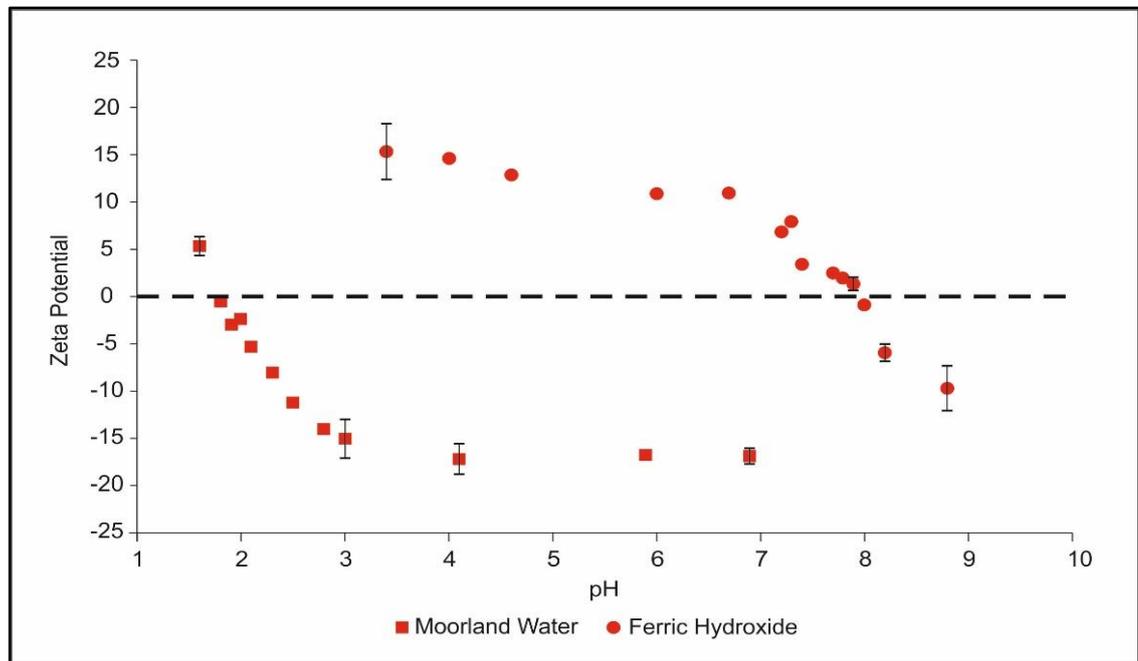
menyebabkan reaksi tolak-menolak antar partikel, sehingga tidak dapat terakumulasi menjadi partikel yang berukuran lebih besar dan menjadi tidak mudah untuk dihilangkan pada proses klarifikasi (Gambar 2.1). Penentuan besar muatan secara langsung pada permukaan partikel tidak mungkin dilakukan pada saat ini. Parameter yang lebih penting lainnya adalah muatan elektrostatik yang terdapat pada permukaan bidang geser yang disebut *Zeta Potential* ( $\zeta$ ).



Gambar 2. 1 Proses koagulasi dan flokulasi (Parsons dan Jefferson, 2006)

Koloid di alam yang terkandung dalam air pada umumnya memiliki nilai *zeta potential* antara -5 sampai -40 mV. Hal dikarenakan keterdapatn grup partikel bermuatan seperti asam karboksilik dan oksida. Nilai *zeta potential* ini bergantung pada nilai *pH* yang ada pada air. Pada umumnya, semakin rendah nilai *pH* maka nilai muatan meningkat mendekati 0. *pH* dengan nilai *zeta potential* bernilai 0 disebut dengan *iso electric point (i.e.p.)* pada partikel dan merupakan parameter penting dalam memahami sifat dari partikel koloid. Grup partikel asam seperti grup karboksil yang menghasilkan banyak muatan seperti pada alga dan material organik, terurai pada *pH* rendah dan karenanya memiliki nilai *zeta potential* yang cenderung stabil dari pada kondisi netral dan kondisi normal sedangkan oksida bersifat *amphoter* yang menyebabkan lempung koloid memiliki nilai *Zeta Potential* yang beragam pada kondisi

*pH* asam dan normal. Ferro Hidroksida sebagai contoh, bermuatan positif pada kondisi air asam dan bermuatan negatif dalam kondisi basa (Gambar 2.2).



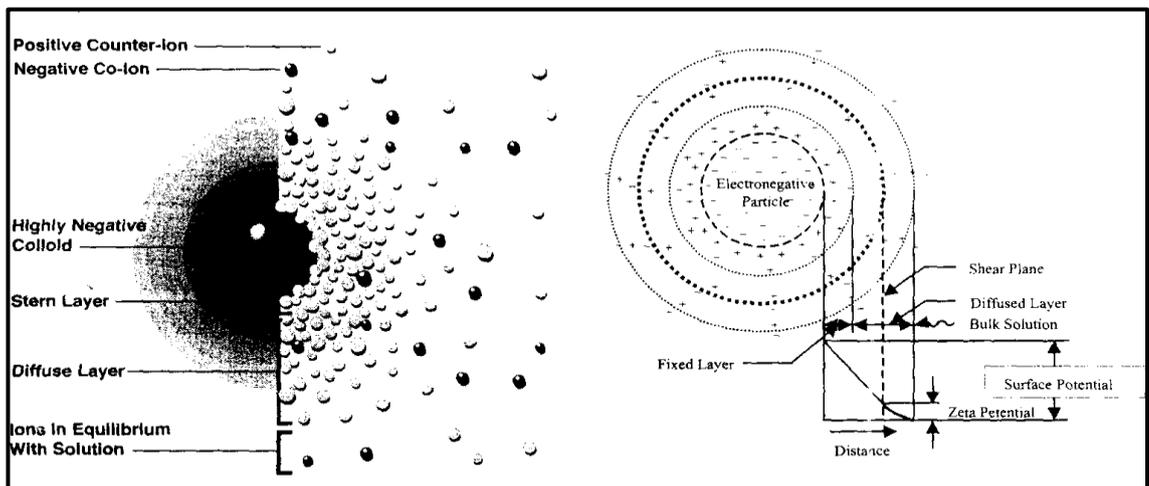
Gambar 2. 2 Profil *zeta potential* (mV) pada *moorland water* dan presipitasi koagulan (Parsons dan Jefferson, 2006)

Kontaminan yang diketahui nilai *Zeta Potential*-nya terlihat pada tabel 2.1 dan pada sebuah survey air di *UK* ditemukan bahwa, mayoritas air mentah memiliki partikel dengan nilai *Zeta Potential* berkisar antara -8 mV sampai -17 mV (Parsons dan Jefferson, 2006).

Tabel 2. 1 *Zeta potential* dari kontaminan air pada umumnya (Parsons dan Jefferson, 2006)

<i>Particle</i>	<i>I, e.p.</i>	<i>Zeta Potential</i> (mV)	<i>pH</i>
<i>Crushed anthracite</i>	4	-2.8	7
<i>Activated carbon</i>	4	-1.4	7
<i>Kaolin clay</i>	2	-28	7
<i>Humic acid</i>	1.8	-40	4
<i>Fulvic acid</i>	<3	-27	7
<i>Bubbles</i>	2	-26	8
<i>Cryptosporidium oocysts</i>	3.3	-38	7
<i>Giardia cysts</i>	2.2	-17	7
<i>Microcysts aeruginosa</i>	-	-25	9.5

Koloid didefinisikan berdasarkan ukurannya, yaitu antara 0,001-1 mikron. Partikel dalam jangkauan ukuran ini biasanya terdiri dari partikel anorganik, hasil koagulasi, dan partikel organik. Dispersi koloid memiliki sifat menghamburkan cahaya dimana larutan yang sebenarnya sangat sedikit menghamburkan cahaya. Sifat menghamburkan cahaya ini dapat diukur dalam unit turbiditas. Larutan koloid dapat diklasifikasikan berdasarkan gaya tarik menariknya dengan air, *hydrophobic* atau *hydrophilic*. Koloid dengan sifat *hydrophobic* memiliki daya tarik-menarik yang lemah terhadap air sedangkan koloid dengan sifat *hydrophilic* memiliki daya tarik menarik yang kuat dengan air. Koloid memiliki massa yang sangat kecil, sehingga gaya gravitasi memiliki efek yang sangat kecil terhadap koloid. Hal inilah yang menyebabkan koloid sulit untuk mengendap (Qasim, 2000). Gambar berikut memperlihatkan model partikel koloid



Gambar 2. 3 Model partikel koloid (Qasim, 2000)

Fenomena utama yang menyebabkan perilaku koloid ini antara lain adalah sebagai berikut (Qasim, 2000):

1. Gaya Elektrostatis

Gaya elektrostatis merupakan gaya yang berkontribusi dalam menghasilkan kestabilan suspensi koloid. Kebanyakan koloid memiliki muatan listrik. Sifat

dari muatan ini bergantung dari sifat koloid itu sendiri. Oksida logam biasanya memiliki muatan positif, sedangkan oksida non-logam dan sulfida logam biasanya memiliki muatan negatif. Hasil dari sifat muatan ini adalah koloid dengan muatan yang sama akan saling tolak menolak. Pada umumnya, koloid dengan muatan negatif merupakan partikel yang dominan pada air di alam. Muatan pada permukaan koloid menarik ion dengan muatan yang bertolak belakang, yang biasa disebut counter ion. Ion ini, termasuk hidrogen dan kation lain, membentuk lapisan pekat di sekitar partikel yang biasa disebut lapisan stern. Molekul air juga tertarik pada partikel koloid. Ketertarikan molekul air disebabkan muatan listrik yang asimetris pada molekul air. Lapisan kedua dari ion, biasa disebut lapisan diffused, juga tertarik pada koloid. Pada lapisan ini, terdapat kation dan anion tetapi counter ion tetap dominan. Dua lapisan tersebut biasa disebut lapisan ganda. Model dari partikel koloid ini dapat dilihat pada gambar 2.3.

## 2. Gaya Van der Waals

Gaya saling tarik menarik muncul pada setiap dua benda yang memiliki massa. Derajat dari gaya tarik ini merupakan fungsi massa dari dua benda dan jarak diantaranya. Gaya tarik ini dikenal dengan gaya van der waals. Seperti yang dapat dilihat pada gambar di bawah ini, gaya tolak yang muncul akibat muatan listrik akan menjauhkan dua partikel koloid sebelum mereka dapat bergerak mendekat agar gaya van der waals cukup signifikan. Jika tingkat gaya elektrostatis dapat dikurangi, partikel dapat cukup saling mendekat dan membuat gaya tarik van der waals mendominasi.

## 3. Gerak Brown

Gaya destabilisasi lain yang berperan adalah gerak brown. Koloid memiliki massa yang cukup kecil dimana tubrukan dengan partikel berukuran molekul

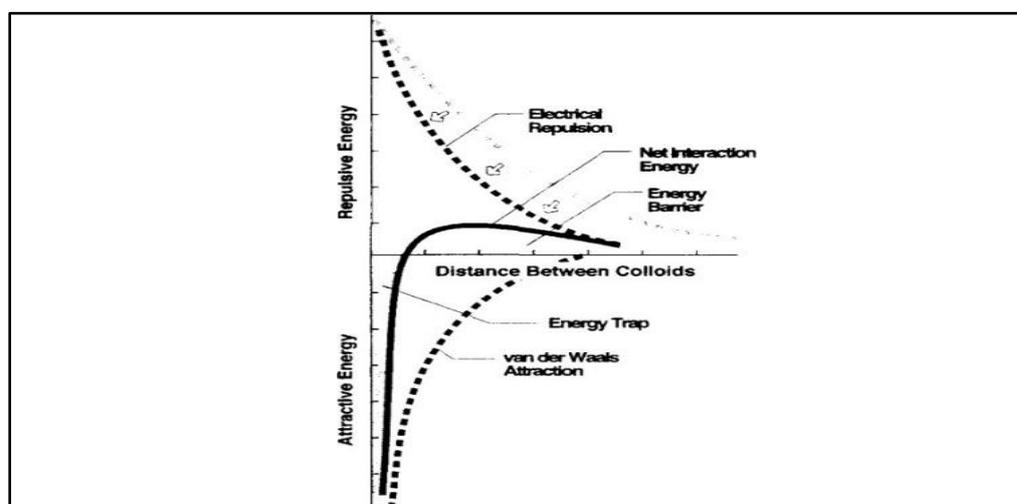
dapat menyebabkan pergerakan koloid. Molekul pada air bergerak dengan gerakan yang konstan, dimana gerakan ini bergantung pada temperatur. Gerakan molekular acak ini dapat menyebabkan tubrukan acak dengan koloid yang menghasilkan gerakan acak pada koloid. Fenomena ini biasa disebut gerak brown.

### 2.3 Mekanisme Destabilisasi

Pada umumnya, koagulan mendestabilisasi koloid dengan kombinasi dari lima mekanisme, yaitu (Nalco, 2006):

1. Kompresi lapisan ganda

Pada saat konsentrasi *counter ion* pada larutan meningkat, *counter ion* dapat menyebabkan muatan pada lapisan *diffused* untuk ternetralisasi dan menyebabkan komptresi dari lapisan ini. Kompresi ini akan mempengaruhi ketebalan lapisan ini dan memungkinkan koloid untuk saling berdekatan. Jika jarak antra partikel dapat cukup dekat, maka gaya van der waals akan mendominasi dan koloid akan saling menempel membentuk flok seperti yang terlihat pada gambar 2.4.



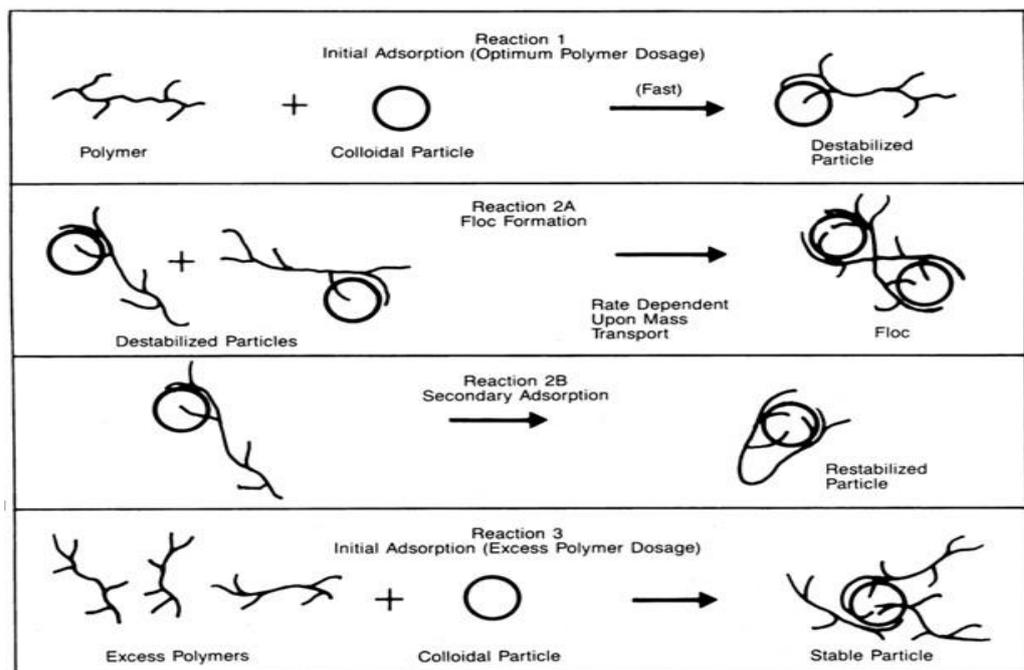
Gambar 2.4 Gaya pada partikel koloid setelah kompresi lapisan ganda (Nalco, 2006)

2. Adsorpsi *counter ion* dan netralisasi muatan

*Counter ion* dari koagulan dapat teradsorb pada permukaan partikel koloid. Dengan begitu, muatan yang saling menolak pada permukaan partikel dapat sepenuhnya ternetralisasi oleh muatan dari *counter ion*. Partikel koloid yang sudah terdestabilisasi dapat menempel satu sama lain dan membentuk flok. Penambahan elektrolit *counter ion* yang berlebihan dapat menimbulkan restabilisasi oleh pembalikan muatan.

3. *Bridging* antar partikel

Jika polimer organik sintetik digunakan sebagai koagulan, *bridging* antar partikel dimulai dengan adsorpsi polimer pada bagian spesifik dari partikel koloid. Struktur yang dihasilkan tumbuh menjadi partikel tunggal beberapa kali lebih besar dari konstituen pembentuknya. Agar *bridging* ini dapat terbentuk, maka bagian dari rantai polimer harus terserap pada bagian atas dari lebih dari satu partikel. Gambar 2.5 menggambarkan mekanisme *bridging* antar partikel.



Gambar 2. 5 Mekanisme *bridging* (Nalco, 2006)

Reaksi 1 dan 2A menggambarkan proses koagulasi normal dengan mekanisme *bridging*. Penambahan koagulan berlebih dengan polimer ini juga dapat menyebabkan restabilisasi partikel dimana satu rantai polimer mengikat satu partikel koloid, sehingga *bridging* yang diharapkan tidak terbentuk. Hal ini dapat dilihat pada reaksi 2B dan reaksi 3 (Nalco, 2006).

4. Penangkapan partikel pada endapan

Dosis dari garam logam yang digunakan pada proses koagulasi biasanya melebihi dosis yang dibutuhkan untuk mereduksi potensial zeta. Kelebihan garam logam ini akan terhidrolisis menjadi  $\text{Meq}(\text{OH})_p$ . Hidroksida ini sangat tidak larut di dalam air. Saat hidroksida ini terakumulasi, partikel koloid kecil akan terperangkap di dalam struktur flok hidroksida ini. Fenomena ini juga biasa disebut dengan *sweep-floc coagulation*.

5. Heterokoagulasi

Pada praktek pengelolaan air, muatan permukaan partikel terkadang tidak seragam. Bagian permukaan dengan muatan yang berbeda dapat muncul pada permukaan partikel yang sama. Koagulasi dari partikel koloid ini dapat muncul melalui interaksi elektrostatis sederhana di antara bagian dengan muatan yang bertolak belakang ini. Mekanisme ini disebut dengan heterokoagulasi.

## 2.4 Koagulasi

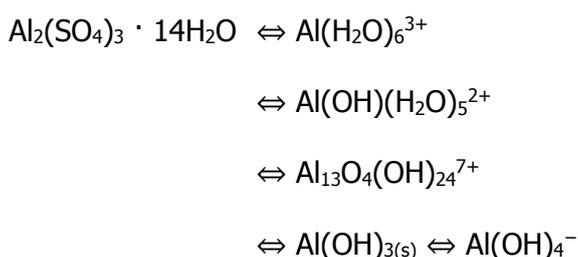
Menghilangkan partikel-partikel stabil dari air sangat penting dalam menetralkan muatan negatif. Sejumlah mekanisme digunakan untuk mengurangi kestabilan partikel-partikel ini. Mekanisme yang paling relevan dalam *water treatment* bergantung pada penambahan bahan kimia yang disebut dengan koagulan. Biasanya

berupa garam logam seperti besi dan aluminium sulfat (tabel 2.2). Ada beberapa mekanisme koagulasi termasuk *double layer compression*, penetralan muatan, *Sweep flocculation* dan *bridging* antar partikel. Dosis dan kualitas air menentukan mekanisme untuk koagulan yang dipilih. Sebagai contoh penetralan muatan adalah mekanisme yang dominan untuk air yang mengandung alga atau material organik sedangkan untuk air dengan turbiditas rendah lebih baik menggunakan *Sweep flocculation*.

Tabel 2. 2 Koagulan nonorganik yang umum dipakai dalam proses *water treatment* (Parsons dan Jefferson, 2006)

<i>Chemical</i>	<i>Common name</i>	Formula	<i>Molecular Weight</i>	% metal ion	<i>Form</i>	<i>pH</i>	SG
<i>Iron sulphate</i>	<i>Ferric sulphate</i>	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	400	14	<i>Liquid</i>		1.58
<i>Iron chloride</i>	<i>Ferric chloride</i>	FeCl <sub>3</sub>	162	14	<i>Liquid</i>		1.45
<i>Aluminium sulphate</i>	<i>Alum</i>	Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> · 14H <sub>2</sub> O	594	17-18% as Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 8% as Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 12.4	<i>White and greyish powder</i> <i>Clear liquid</i>	2.7	1.34
<i>Poly aluminium chloride</i>	<i>PAC</i>	Al <sub>2</sub> (OH) <sub>5</sub> Cl	n/a		<i>Clear liquid</i>	3.5	1.34

Ketika koagulan ditambahkan dalam air, sejumlah rangkaian reaksi hidrolisis yang kompleks akan terjadi. Koagulan jenis ini hanya ada di bawah kondisi asam (*pH* rendah). Pada rentang nilai *pH* normal pada air, ion-ion ini bereaksi dan menghasilkan beragam produk hidrolisis seperti Al(OH)<sup>2+</sup> dan Al<sub>13</sub>O<sub>4</sub>(OH)<sub>12</sub><sup>7+</sup> (polimer Al<sub>13</sub>) yang mana dapat sangat menyerap partikel negatif dan sekaligus mengurangi muatan partikel. Pada kebanyakan kasus, presipitasi dari hidroksida yang sulit terlarut, Al(OH)<sub>3</sub> dan Fe(OH)<sub>3</sub> juga akan muncul.



Mekanisme-mekanisme yang telah dijelaskan sebelumnya mengarah ke definisi 4 zona dari dosis koagulan dengan akibat partikel bermuatan negatif sebagai berikut (Parsons dan Jefferson, 2006):

1. Zona 1 (Dosis koagulan sangat rendah; Partikel masih bermuatan negatif dan tetap stabil)
2. Zona 2 (Dosis yang cukup untuk menetralkan muatan dan terjadi koagulasi)
3. Zona 3 (Dosis tinggi menetralkan muatan dan terjadi stabilisasi kembali)
4. Zona 4 (Dosis yang lebih tinggi menyebabkan presipitasi hidroksida dan terjadi *sweep flocculation*).

## 2.5 Koagulan

Pemilihan koagulan merupakan hal yang harus diperhatikan agar proses koagulasi dapat berjalan efektif. Tiga faktor penting yang harus diperhatikan dalam pemilihan koagulan adalah (Qasim *et al*, 2000):

1. Kation trivalen. Kation trivalen merupakan kation yang paling efektif untuk menjadi koagulan dimana kation trivalen memiliki efektivitas 600 - 700 kali lebih efektif dari kation monovalen
2. Tidak beracun. Hal ini jelas diperlukan untuk memproduksi air yang aman.
3. Tidak terlarut dalam rentang *pH* netral. Koagulan yang ditambahkan haruslah dapat diendapkan dari larutan, sehingga tidak terdapat konsentrasi ion yang tinggi di dalam air.

Koagulan berdasarkan jenis bahan penyusunnya dapat digolongkan menjadi menjadi koagulan anorganik dan organik. Beberapa contoh koagulan anorganik yang umum digunakan adalah (Qasim *et al*, 2000):

1. Aluminium sulfat :  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \sim 17\% \text{Al}_2\text{O}_3$
2. Natrium aluminat:  $\text{Na}_2\text{Al}_3\text{O}_4 \sim 55\% \text{Al}_2\text{O}_3$

3. Ammonium alum :  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 24 \text{H}_2\text{O} \sim 11\% \text{Al}_2\text{O}_3$
4. Copperas :  $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O} \sim 55\% \text{FeSO}_4$
5. Ferric sulfat :  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \sim 90\% \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

Koagulan-koagulan di atas, kecuali natrium aluminat, merupakan garam asam yang akan menurunkan *pH* dan alkalinitas air. Berikut ini adalah beberapa reaksi kimia menggunakan koagulan alum dan besi dengan konstituen yang ada di dalam air atau yang ditambahkan (Qasim *et al*, 2000):



Koagulan organik merupakan polimer organik yang larut dalam air. Fungsi utamanya adalah sebagai koagulan primer namun dapat juga bertindak sebagai koagulan sekunder. Kadang-kadang disebut juga *polyelectrolyte*. Berdasarkan muatan polimernya, koagulan ini dapat dibedakan menjadi (Qasim *et al*, 2000):

1. Anionik, akan terionisasi di dalam air membentuk bagian yang bermuatan negatif pada molekul polimernya.
2. Kationik, akan terionisasi di dalam air membentuk bagian yang bermuatan positif pada molekul polimernya.
3. Non-ionik, tidak terionisasi atau sangat sedikit terionisasi, dimana sifat ionisasinya dapat diabaikan.

Polimer yang umum digunakan sebagai koagulan primer adalah polimer kationik berberat molekul rendah (< 500.000). Namun, dengan densitas muatan kation sangat tinggi. Efisiensi koagulan organik tergantung pada sifat partikel penyebab kekeruhan, jumlah atau tingkat kekeruhan, dan pengadukan pada saat koagulasi. Pada kekeruhan yang rendah diperlukan pengadukan yang lebih lama untuk mendapatkan penetralan yang maksimum. Air dengan kekeruhan rendah (<10 jtu), sulit untuk dijernihkan menggunakan polimer kationik. Hasil yang terbaik dapat diperoleh dengan

mengkombinasikan koagulan organik (polimer kationik) dengan koagulan anorganik, dengan menambahkan koagulen sekunder. Air dengan kekeruhan 10 - 60 jtu, dapat dijernihkan dengan baik menggunakan alum atau polimer kationik. Kekeruhan buatan ini akan memperluas permukaan penyerapan untuk memperangkap partikel-partikel halus. Biasanya koagulan yang umum dipakai untuk proses koagulasi adalah koagulan organik, karena memiliki beberapa keuntungan, diantaranya adalah (Qasim *et al*, 2000):

1. Volume lumpur yang dihasilkan dapat berkurang 50% – 90%, berarti mengurangi masalah pembuangan lumpur.
2. Kadar air dalam lumpur yang dihasilkan sedikit, sehingga mudah dikeringkan
3. Lumpur yang dihasilkan kurang asam dibandingkan lumpur alum.
4. Karena koagulan organik tidak mempengaruhi *pH* air hasil olahan, maka dapat dikurangi pemakaian senyawa basa sebagai pengendali *pH*.
5. Koagulan organik tidak menaikkan konsentrasi padatan terlarut total.

Analisis sifat kimia dan fisika air berfungsi untuk menunjukkan kualitas air tersebut. Tetapi tidak banyak menolong dalam memperkirakan kondisi koagulasi yang optimum. Penetapan dosis koagulan yang cocok dapat melalui simulasi menggunakan air baku yang akan digunakan dengan mengikuti tahapan pengoperasian *clarifier* dalam skala laboratorium. Cara simulasi ini dilakukan melalui *jar test* yang terdiri dari seperangkat *beaker glass* dilengkapi dengan pengaduk mekanis yang kecepatan pengadukannya dapat diatur (Qasim *et al*, 2000).

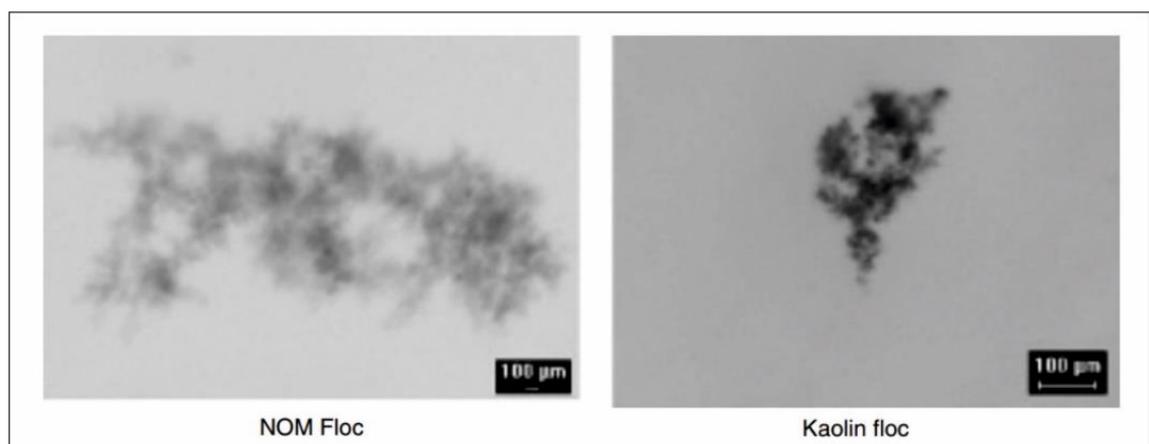
## **2.6 Flokulasi**

Flokulasi merupakan proses penumpukan partikel-partikel koloid yang telah stabil dan membentuk partikel yang menggumpal, yang biasanya disebut flok. Flokulasi terjadi saat partikel-partikel yang telah netral atau terperangkap mulai menempel dan

bersatu satu sama lain atau menggumpal. Flokulasi dapat berlangsung sendiri atau dipercepat dengan menambahkan bahan kimia, yang biasanya disebut flokulan atau *coagulant-aid*.

Flokulan umumnya berbahan polimer organik, yang dapat bermuatan anionik, kationik, atau non-ionik, dengan berat molekul dapat menjadi 20.106. Fungsi utamanya adalah membantu menjembatani partikel-partikel yang telah netral untuk berkumpul menjadi flok yang ringan. Flokulan yang umum dipakai dengan efektif adalah senyawa polyacrylamida yang bersifat anionik dengan berat molekul yang sangat tinggi. Semakin tinggi berat molekul semakin panjang rantai polimer, dan akan menjembatani partikel tersuspensi yang telah netral dengan lebih baik.

Tahap flokulasi dilakukan dengan pengadukan yang lambat antara limbah yang telah melalui proses koagulasi dengan flokulan. Hal ini dilakukan untuk memperluas kontak antara flokulan dengan flok yang masih berukuran kecil, sehingga terjadi penggabungan flok-flok kecil tersebut menjadi partikel yang besar. Partikel besar ini mudah pecah, sehingga pengadukan dilakukan secara lambat. Penambahan dosis flokulan juga perlu diperhatikan karena jika terjadi overdosis, partikel yang terbentuk tidak akan mengendap.



Gambar 2. 6 Tampak mikroskopis dari flok pada water treatment (Parsons dan Jefferson, 2006).

Pada saat koagulan telah ditambahkan, partikel-partikel akan menjadi lebih cepat untuk tidak stabil. Hal ini kemudian menyebabkan terbentuknya mikro flok yang berukuran dengan kisaran antara 1 - 10 mikrometer. Pembesaran flok terjadi akibat pengikatan dengan flok lainnya sampai ke ukuran flok pada tahap stabil telah dicapai. Pengikatan ini juga dapat menyebabkan terpisahnya flok. Gambar 2.6 menunjukkan flok terbentuk selama koagulasi material organik dan lempung kaolin (Parsons dan Jefferson, 2006).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Metode Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dosis optimum dari beberapa koagulan (alum dan *poly aluminium chloride*) dalam pengelolaan limbah cair batubara. Oleh karenanya, pengaruh dosis koagulan terhadap perubahan parameter air dalam limbah cair batubara perlu untuk diketahui terlebih dahulu dengan menggunakan metode *jar test*. Pemilihan metode tersebut dengan berdasarkan aspek kemudahan dalam proses pengujian, tidak membutuhkan waktu yang lama, dan ketersediaan alat. Proses pengujian dilakukan di Instalasi Penjernihan Air Pandang-pandang, PDAM Gowa.

Setelah pengaruh dosis koagulan terhadap perubahan parameter air diketahui, maka dosis optimum dari tiap koagulan dapat ditentukan. Penentuan dosis optimum dari tiap koagulan menggunakan analisis interpolasi. Analisis interpolasi yang digunakan adalah analisis interpolasi kuadratik. Pemilihan jenis interpolasi tersebut berdasarkan pola distribusi data dan hasil penelitian terdahulu.

#### **3.2 Variabel Penelitian**

Variabel penelitian terbagi menjadi tiga, yaitu variabel tetap, variabel bebas dan variabel terikat.

##### **3.2.1 Variabel Tetap**

Variabel kontrol/tetap adalah variabel/faktor lain yang ikut berpengaruh yang dibuat sama pada setiap media percobaan dan terkendali

1. Suhu : 25°C (Suhu kamar)