PERANCANGAN DESAIN OTOMATISASI UNIT NETRALISASI DAN KOAGULASI PADA PROSES PENGOLAHAN AIR ASAM TAMBANG

FATMA AZZAHRA MAULANA

TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025

IPB University
Bogor Indonesia

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

IPB University

Perpustakaan IPB University

PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan proyek akhir dengan judul "Perancangan Desain Otomatisasi Unit Netralisasi dan Koagulasi pada Proses Pengolahan Air Asam Tambang" adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Fatma Azzahra Maulana
J0313211034

IPB University
Bogor Indonesia

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
IPB University
Perpustakaan IPB University

ABSTRAK

FATMA AZZAHRA MAULANA. Perancangan Desain Otomatisasi Unit Netralisasi dan Koagulasi pada Proses Pengolahan Air Asam Tambang. Dibimbing oleh ANDINI TRIBUANA TUNGGADEWI.

Pertambangan batubara metode tambang terbuka berpotensi menghasilkan Air Asam Tambang (AAT) dengan pH rendah, TSS tinggi, dan kandungan logam berat, sehingga perlu diolah sebelum dibuang ke lingkungan. Penelitian ini merancang unit netralisasi dan koagulasi dengan sistem otomatisasi untuk pengolahan AAT di PT Bukit Asam Tbk. Penerapan sistem otomatisasi dipilih karena mampu meminimalkan kesalahan penambahan bahan kimia, menjaga kestabilan kualitas air olahan, serta meningkatkan efisiensi operasional dibandingkan sistem manual. Data AAT di KPL BB-07 menunjukkan pH 3,255, TSS 71 mg/L, Fe 9,1170 mg/L, dan Mn 15,7809 mg/L, melebihi baku mutu lingkungan. Dosis optimum bahan kimia ditentukan berdasarkan variasi debit harian, meliputi larutan kapur 1%, NaOH 25%, tawas 1%, dan *kuriflock* 1%. Unit netralisasi (235,7 m^3) dan unit koagulasi (137,4 m^3) masing-masing dilengkapi *agitator* serta sensor pH/TSS terintegrasi ESP32. Sistem memungkinkan pemantauan real-time melalui LCD dan aplikasi berbasis internet. Desain ini diharapkan meningkatkan efisiensi pengolahan dan memastikan kualitas air olahan memenuhi baku mutu secara konsisten.

Kata kunci: Koagulasi, Netralisasi, Otomatisasi, Pengolahan AAT, Sensor

ABSTRACT

FATMA AZZAHRA MAULANA. Design and Automation of Neutralization and Coagulation Units for Acid Mine Drainage Treatment. Supervised by ANDINI TRIBUANA TUNGGADEWI.

Open-pit coal mining has the potential to generate Acid Mine Drainage (AMD) with low pH, high TSS, and elevated concentrations of heavy metals, which must be treated before being discharged into the environment. This study designs a neutralization and coagulation unit with an automation system for AMD treatment at PT Bukit Asam Tbk. The application of automation is selected because it minimizes dosing errors, maintains the stability of treated water quality, and improves operational efficiency compared to manual systems. AMD data from KPL BB-07 shows pH 3.255, TSS 71 mg/L, Fe 9.1170 mg/L, and Mn 15.7809 mg/L, all of which exceed environmental quality standards. The optimum chemical dosage was determined based on daily flow variations, including 1% lime solution, 25% NaOH, 1% alum, and 1% Curifloc. The neutralization unit (235.7 m^3) and coagulation unit (137.4 m^3) are each equipped with agitators and pH/TSS sensors integrated with ESP32. The system enables real-time monitoring through an LCD display and an internet-based application. This design is expected to enhance treatment efficiency and ensure that the quality of treated water consistently meets environmental standards.

Keywords: AMD Treatment, Automation, Coagulation, Neutralization, Sensors

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

IPB University

@Hak cipta milik IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

PERANCANGAN DESAIN OTOMATISASI UNIT NETRALISASI DAN KOAGULASI PADA PROSES PENGOLAHAN AIR ASAM TAMBANG

FATMA AZZAHRA MAULANA

Laporan Proyek Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan
Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan

TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
IPB University
Perpustakaan IPB University

Penguji pada ujian laporan akhir: Dr. Yudith Vega Paramitadevi, ST, MSi

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

IPB University
Bogor Indonesia

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
   a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
   b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

Judul Proyek Akhir : Perancangan Desain Otomatisasi Unit Netralisasi dan Koagulasi pada Proses Pengolahan Air Asam Tambang
Nama : Fatma Azzahra Maulana
NIM : J0313211034

Disetujui oleh

Pembimbing :
Andini Tribuana Tunggadewi SE., MSi.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Beata Ratnawati, S.T., M.Si.
NPI. 201811 19880625 2001

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, S.Si, M.Si.
NIP.196607171992031003

Tanggal Ujian: 20 Agustus 2025 Tanggal Lulus:

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University

PRAKATA

Puji syukur diucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga proses penyusunan laporan proyek akhir yang berjudul "Perancangan Desain Otomatisasi Unit Netralisasi dan Koagulasi pada Proses Pengolahan Air Asam Tambang" dapat diselesaikan dengan baik. Laporan proyek akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Terapan dari program studi Teknik dan Manajemen Lingkungan di Sekolah Vokasi IPB University. Dalam penyusunan laporan proyek akhir ini, penulis mengalami kesulitan dan penulis menyadari dalam penulisan laporan proyek akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan proyek akhir ini

Pada kesempatan ini pula penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak, yaitu:

1. Andini Tribuana Tunggadewi SE., MSi. selaku Dosen Pembimbing Kegiatan Magang Lingkungan
2. Dr. Beata Ratnawati, ST., MSi. selaku Ketua Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan
3. Bapak Tuska Yanuar Rachman selaku AVP satuan kerja Pengelolaan Lingkungan PT Bukit Asam Tbk.
4. Bapak Irwan Ferdian selaku pembimbing lapang sekaligus sebagai Asisten Manajer Pengendalian Lingkungan Blok Timur PT Bukit Asam Tbk.
5. Bapak Muhammad Iqbal, Muhammad Emir Habibie, dan seluruh karyawan pengelolaan lingkungan Banko Barat PT Bukit Asam Tbk.
6. Bapak Antoni Maulana, Ibu Elfi, Adik Arsyad Defira maulana, Rizky Zafira Maulana, dan Alya Humaira Maulana yang selalu memberikan doa, dukungan, serta semangat dan kasih sayang yang tiada henti menjadi kekuatan utama dalam setiap langkah yang penulis tempuh
7. Berbagai pihak yang telah membantu dalam penulisan laporan ini ibnu damanik.

Bogor, Agustus 2025

Fatma Azzahra Maulana

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
IPB University
Perpustakaan IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR GAMBAR ix

DAFTAR LAMPIRAN ix

I PENDAHULUAN ix
- 1.1 Latar Belakang 1
- 1.2 Rumusan masalah 1
- 1.3 Tujuan Penelitian 2
- 1.4 Manfaat Penelitian 2

II TINJAUAN PUSTAKA 3
- 2.1 Air Asam Tambang (AAT) 3
- 2.2 Sistem Pengelolaan Air Asam Tambang (AAT) 3
- 2.3 Desain Netralisasi dan Koagulasi Otomatis 4
- 2.4 Sensor pH 4
- 2.5 Sensor *Turbidity* 5
- 2.6 Sensor NodeMCU ESP32 5
- 2.7 Akuator (SSR/Relai) 5
- 2.8 Pompa Dosis (*Dosing Pump*) 6
- 2.9 LCD 6
- 2.10 Penelitian Terdahulu 6

III METODE PENELITIAN 9
- 3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian 9
- 3.2. Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data 9
- 3.3. Prosedur Kerja 16

IV HASIL DAN PEMBAHASAN 17
- 4.1 Kondisi Umum KPL BB-07 17
- 4.2 Karakteristik Air Asam Tambang di KPL BB-07 18
- 4.3 Penentuan Dosis Bahan Kimia Optimum Skala Laboratorium 19
- 4.4 Penentuan Dosis Bahan Kimia Skala Lapangan 22
- 4.5 Perhitungan Unit Netralisasi dan Unit Koagulasi 23
- 4.6 Perancangan Sistem Otomatisasi 28

V SIMPULAN DAN SARAN 31
- 5.1 Simpulan 31
- 5.2 Saran 31

DAFTAR PUSTAKA 32

LAMPIRAN 35

IPB University Bogor Indonesia

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

IPB University

Perpustakaan IPB University

DAFTAR TABEL

1 Penelitian terdahulu 6
2 Teknik pengumpulan data dan analisis data 10
3 Kualitas inlet KPL BB-07 18
4 Hasil uji dosis kapur sebagai netralisasi 19
5 Hasil uji dosis NaOH sebagai netralisasi 20
6 Hasil uji dosis tawas sebagai koagulasi 21
7 Hasil uji dosis *kuriflock* sebagai koagulasi 22
8 Debit *inlet* KPL BB-07 22
9 Pemberian dosis kimia dalam skala lapangan 23
10 Hasil perhitungan dimensi unit netralisasi 24
11 Hasil perhitungan dimensi silo kapur (CaO) 25
12 Hasil perhitungan dimensi tangki penyimpanan NaOH 26
13 Hasil perhitungan dimensi unit koagulasi 26
14 Hasil perhitungan dimensi silo tawas ($Al_2(SO_4)_3$) 27
15 Hasil perhitungan dimensi silo *kuriflock* 28
16 Hasil perhitungan dimensi mixer 28

DAFTAR GAMBAR

1 Sensor pH meter 4
2 Sensor turbidity 5
3 NodeMCU ESP32 5
4 KPL BB-07 9
5 Struktur bangunan silo 15
6 Bagan alir penelitian 16
7 Rata-rata pH awal dari Januari 2024-November 2024 17
8 Lokasi unit netralisasi dan unit koagulasi di KPL BB-07 24
9 Flowchart perancangan sistem otomatisasi unit netralisasi 29
10 Skema rangkaian alat unit netralisasi 29
11 *Flowchart* perancangan sistem otomatisasi unit koagulasi 30
12 Skema rangkaian alat unit koagulasi 30

DAFTAR LAMPIRAN

1 Data harian pH inlet KPL BB-07 bulan Januari 2024-November 2024 37
2 Data debit harian KPL BB-07 Bulan Januari 2024-November 2024 38
3 Perhitungan Dosis Bahan Kimia Skala Lapangan 40
4 Perhitungan Unit Netralisasi 43
5 Perhitungan Silo Kapur (CaO) 47
6 Perhitungan Tangki Penyimpanan NaOH 50
7 Perhitungan Unit Koagulasi 52
8 Perhitungan Silo Tawas 56
9 Perhitungan Silo *Kuriflock* 59
10 Perhitungan Mixer Penampang 62
11 *Detailed Engineering* Design Unit Netralisasi dan Unit Koagulasi 64

IPB University
Bogor Indonesia
@Hak cipta milik IPB University
IPB University
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.
Perpustakaan IPB University