

**ANALISA PENGARUH KONSENTRASI SINTESIS  
NANOKOMPOSIT Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PANI TERHADAP WAKTU  
KONTAK ION Pb (II) PADA SAMPEL AIR SUNGAI CIUJUNG**

**SKRIPSI**

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Jurusan  
Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa



Oleh:

Hanif Fauzan Nadif  
3334190004

**JURUSAN TEKNIK METALURGI FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA  
CILEGON - BANTEN**

**2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISA PENGARUH KONSENTRASI SINTESIS NANOKOMPOSIT $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /PANI TERHADAP WAKTU KONTAK ION Pb (II) PADA SAMPEL AIR SUNGAI CIUJUNG

#### SKRIPSI

Disusun untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari Jurusan  
Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Disetujui oleh Jurusan Teknik Metalurgi oleh:

Pembimbing I



**Adhitya Trenggono, S.T., M.Sc**  
NIP: 197804102003121001

Pembimbing II



**Yus Rama Denny, Ph.D.**  
NIP: 198206222009121001

## LEMBAR PERSETUJUAN

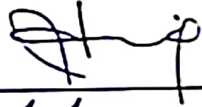


### ANALISA PENGARUH KONSENTRASI SINTESIS NANOKOMPOSIT Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PANI TERHADAP WAKTU KONTAK ION Pb (II) PADA SAMPEL AIR SUNGAI CIUJUNG SKRIPSI

Disusun dan diajukan oleh:

**Hanif Fauzan Nadif**

**3334190004**

Telah disidangkan di depan dewan penguji pada tanggal 21 Juli 2023

	Susunan Dewan Penguji	Tanda Tangan
Penguji I (Ketua Sidang)	Adhitya Trenggono, S.T., M.Sc.	
Penguji II	Yus Rama Denny M, M.Si., Ph.D.	
Penguji III	Rahman Faiz Suwandana, S.T., M.S.	

Skrripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Metalurgi

  
  
**Adhitya Trenggono, S.T., M.Sc.**  
NIP. 197804102003121001

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya sebagai penulis Skripsi berikut:

Judul : Analisa Pengaruh Konsentrasi Sintesis Nanokomposit  
 $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANI}$  Terhadap Waktu Kontak Ion Pb (II) Pada  
Sampel Air Sungai Ciujung.  
Nama Mahasiswa : Hanif Fauzan Nadif  
NIM : 3334190004  
Fakultas : Teknik Metalurgi

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi tersebut di atas adalah benar-benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 21 Juli 2023



Hanif Fauzan Nadif  
NIM. 3334190004

## ABSTRAK

Logam Pb adalah salah satu jenis logam berat yang merupakan logam pencemar lingkungan. Saat ini, tingkat pencemaran lingkungan oleh logam Pb masih cukup tinggi. Akumulasi logam Pb yang berlebih dalam tubuh manusia dapat membahayakan kesehatan manusia. Oleh sebab itu, dibutuhkan adanya metode alternatif untuk menyerap Pb dari lingkungan. Metode adsorpsi yang menggunakan  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANI}$  untuk menyerap Pb dari lingkungan merupakan metode alternatif yang ramah lingkungan, berbiaya rendah, dan memiliki efisiensi yang tinggi. Pada penelitian ini dilakukan uji kemampuan adsorpsi konsentrasi  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANI}$  terhadap ion Pb(II). Tiga adsorben yang diuji memiliki variasi yaitu 1 gram, 2 gram dan 3 gram uji kemampuan adsorben tersebut dilakukan dengan media sintesis yang telah ditambahkan ion Pb(II). Hasil pengujian *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) ion Pb pada sungai Ciujung sebesar 0,02 mg/L dan *Spektrofotometri UV-Vis* memperlihatkan absorbansi pada sampel akibat penyerapan adsorben yaitu 0,01, 0,01 dan 0,06. Penambahan  $\text{NH}_4\text{OH}$  menjadi pemicu sebagai terbentuknya endapan putih dan kekeruhan pada larutan. Endapan putih terbentuk pada reaksi  $\text{PbCl}_2$  dan  $\text{NH}_4\text{OH}$  menjadi endapan  $\text{Pb}(\text{OH})_2$ . Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa adsorpsi meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi adsorben dengan jumlah  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANI}$  yang berbeda pada tiap sampel. Variasi waktu kontak yang digunakan menunjukkan peningkatan adsorpsi yang baik seiring dengan pertambahan waktu, namun ketika sudah mencapai *equilibrium time* maka ion logam yang telah terserap akan terlepas kembali (desorpsi). Karakterisasi XRD didapatkan bahwa PANI telah berhasil diintegrasikan dengan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , hasil menunjukkan  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANI}$  dengan indeks miller berturut-turut (220), (311), (400), (422), (511), dan (440).

**Kata Kunci:** Logam Pb,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , Polianilin,  $\text{NH}_4\text{OH}$ .

## ABSTRACT

Pb metal is one type of heavy metal that is an environmental pollutant. Currently, the level of environmental pollution by Pb metal is still quite high. The accumulation of excess Pb metal in the human body can endanger human health. Therefore, there is a need for alternative methods to absorb Pb from the environment. The adsorption method using Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PANI to adsorb Pb from the environment is an alternative method that is environmentally friendly, low cost and has high efficiency. In this study, the adsorption ability of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PANI concentration on Pb(II) ions was tested. The three adsorbents tested had variations of 1 gram, 2 grams, and 3 grams. The adsorbent ability test was carried out with synthesized media that had been added with Pb(II) ions. Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) test results of Pb ions in Ciujung River amounted to 0.02 mg/L and UV-Vis Spectrophotometry showed absorbance in the sample due to adsorbent absorption of 0.01, 0.01, and 0.06. The addition of NH<sub>4</sub>OH triggered the formation of white precipitate and turbidity in the solution. The white precipitate is formed in the reaction of PbCl<sub>2</sub> and NH<sub>4</sub>OH into Pb(OH)<sub>2</sub> precipitate. The results obtained show that adsorption increases with the addition of adsorbent concentration with different amounts of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PANI in each sample. The contact time variation used shows a good increase in adsorption as time increases, but when it reaches equilibrium time, the metal ions that have been absorbed will be released again (desorption). XRD characterization found that PANI has been successfully integrated with Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, the results showed Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>/PANI with miller indices of (220), (311), (400), (422), (511), and (440) respectively.

**Keywords:** Pb *Metal*, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Polianilin, NH<sub>4</sub>OH.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunianya-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi. Penyusunan laporan skripsi dilakukan untuk memenuhi persyaratan mata kuliah wajib di jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Pada kesempatan ini penulis bantuan, bimbingan, dan fasilitas sangat membantu dalam menyelesaikan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Adhitya Trenggono, S.T., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Metalurgi, dan selaku Koordinator Skripsi.
2. Bapak Adhitya Trenggono, S.T., M.Sc. sebagai Pembimbing I dan Bapak Yus Rama Denny M., S.Si., M.Si., Ph.D. sebagai Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan serta masukan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Orang tua penulis Bapak Asmui dan Ibu Khodijah yang sudah memberi doa dan dukungan baik moril maupun materil kepada penulis.
4. Teman-teman lab yang sudah membantu dan menyemangati penulis, serta keluarga Teknik Metalurgi 2019 yang sudah memberikan dukungan penulis.
5. Orang-orang baik yang selalu mensupport dan menyemangati diri penulis, panjang umur untuk hal-hal baik.

Cilegon, 21 Juli 2023



Hanif Fauzan Nadif

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Ruang Lingkup Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Cemaran Logam Berat di Sungai .....	6
2.2 Adsorpsi Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> /PANI sebagai Penyerap Ion Pb (II).....	11
2.3 Kemampuan Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> dalam Menyerap Ion Pb (II).....	18
2.4 Polianilin (PANI).....	23
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>44</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	44
3.2 Alat dan Bahan.....	45
3.2.1 Alat .....	45
3.2.2 Bahan .....	46



3.3	Prosedur Penelitian.....	47
3.4	Karakterisasi .....	52
3.4.1	Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS).....	52
3.4.2	Spektrofotometri UV-Vis.....	53
3.4.3	X-Ray Diffraction (XRD).....	53
3.4.4	Scanning Electron Microscopy (SEM) .....	53
3.4.5	Fourier Transform Infra Red (FTIR) .....	54
3.4.6	Vibrating Sample Magnetometer (VSM).....	55
<b>BAB IV</b>	.....	<b>55</b>
4.1.	Analisa Atomic Absorption Spectroscopy (AAS).....	55
4.2.	Analisa Spektrofotometer UV-Vis.....	58
4.3.	Analisa <i>X-Ray Diffraction</i> .....	66
<b>BAB V</b>	.....	<b>69</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	.....	<b>71</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Sifat Fisik dan Magnetik Senyawa Oksida Besi .....	20
Tabel 2.2 Bilangan Gelombang Gugus Fungsi .....	44
Tabel 4.1 Konsentrasi ion Pb pada Sampel Air Permukaan Sungai Ciujung .....	61
Tabel 4.2 Banyaknya Pb yang diserap dengan variabel konsentrasi adsorben .....	68

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
<b>Gambar 2.1</b> Pencemaran logam berat pada sungai .....	8
<b>Gambar 2.2</b> Ikan yang Terpapar Limbah Logam Berat pada Sungai .....	10
<b>Gambar 2.3</b> Distribusi Air di Dunia .....	11
<b>Gambar 2.4</b> Adsorpsi dan desorpsi ke dalam pori-pori adsorben.....	13
<b>Gambar 2.5</b> Adsorpsi <i>Activated Charcoal</i> dan <i>Gas Molecules</i> .....	14
<b>Gambar 2.6</b> Representasi pemisahan ion logam teradsorpsi dari media berair menggunakan nanokomposite magnetic .....	16
<b>Gambar 2.7</b> Mekanisme Interaksi Ion Pb pada Adsorben .....	18
<b>Gambar 2.8</b> Struktur $Fe_3O_4$ .....	21
<b>Gambar 2.9</b> Nanopartikel $Fe_3O_4$ .....	22
<b>Gambar 2.10</b> a) TEM $Fe_3O_4$ , b) SEM $Fe_3O_4$ , c) komposit $Fe_3O_4$ berlapis PANI .	23
<b>Gambar 2.11</b> Struktur Geometri Anilin.....	24
<b>Gambar 2.12</b> Struktur Geometri Polianilin.....	25
<b>Gambar 2.13</b> Bentuk-Bentuk Dasar Polianilin .....	26
<b>Gambar 2.14</b> Kurva analisis TGA PANI/ $Fe_3O_4$ .....	28
<b>Gambar 2.15</b> XRD (a) $Fe_3O_4$ murni dan (b) nanokomposit $Fe_3O_4$ /PANI.....	30
<b>Gambar 2.16</b> Spektrofotometer UV-Vis .....	33
<b>Gambar 2.17</b> Skema UV-Vis.....	35
<b>Gambar 2.18</b> Skema instrumen XRD .....	36
<b>Gambar 2.19</b> Pola Difraksi pada XRD .....	37
<b>Gambar 2.20</b> Mekanisme SEM .....	41
<b>Gambar 2.21</b> Skema instrument FTIR.....	43
<b>Gambar 3.1</b> Diagram Alir Percobaan .....	49
<b>Gambar 3.2</b> Pencampuran Aquades dan $H_2SO_4$ .....	51
<b>Gambar 3.3</b> Penambahan $Fe_3O_4$ pada Larutan.....	52
<b>Gambar 3.4</b> Perubahan Warna Larutan menjadi hijau kebiruan .....	53

<b>Gambar 3.5</b> Pencucian adsorben dengan Aquades dan Aseton .....	54
<b>Gambar 3.6</b> Adsorben $Fe_3O_4/PANI$ yang telah di Keringkan .....	55
<b>Gambar 3.7</b> Pencampuran antara $Fe_3O_4/PANI$ terhadap Media Sintesis.....	56
<b>Gambar 4.1</b> Penyerapan AAS pada Sampel .....	62
<b>Gambar 4.2</b> Grafik perbandingan absorbansi konsenentrasi adsorben .....	67

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Logam berat secara alamiah terdapat dalam jumlah kecil pada batu-batuan penguapan larva dan tanah. Sedangkan logam berat secara komersial terdapat dalam jumlah besar pada pembakaran batu bara, asap pabrik, pertambangan dan pembuangan gas pada kendaraan bermotor. Logam berat dimanfaatkan dalam industri sebagai bahan pembuatan baterai, pembuatan kabel listrik dan zat pewarna.

Berdasarkan toksikologinya, logam berat terbagi menjadi 2 kelompok yaitu logam berat esensial dan non esensial. Logam berat esensial adalah logam yang diperlukan oleh tubuh manusia dalam jumlah tertentu contohnya yaitu Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan Se. Sedangkan, logam berat non esensial adalah logam yang tidak dibutuhkan oleh tubuh manusia dan jika terakumulasi dalam jumlah berlebih di dalam tubuh dapat membahayakan kesehatan contohnya yaitu Hg, Pb, Cd, Sn, Cr(VI) dan As. Beberapa penyakit yang disebabkan oleh akumulasi logam berat di dalam tubuh yaitu gangguan sistem reproduksi, gangguan mekanisme hormon pada level hypothalamic pituitary, serta penurunan tingkat produksi sperma dan testosteron.

Pada dasarnya logam berat yang masuk ke perairan akan bisa diserap menggunakan metode fisika dan kimia. Pada metode tersebut logam berat dapat diserap dengan cara oksidasi dan reduksi, koagulasi dan sedimentasi, filtrasi, ion exchange, reverse osmosis, pengolahan elektrokimia dan penguapan. Namun demikian metode-metode di atas masih memiliki beberapa kekurangan, diantaranya

biaya instalasi tinggi, operasional yang tinggi, banyak membutuhkan campuran bahan kimia, dan terbentuknya lumpur yang banyak, sehingga dibutuhkan proses lanjutan dalam pengolahannya (Emmy Ratnawati, 2010). Diperlukan teknologi alternatif yang ramah lingkungan, biaya rendah, aktivitas elektrokimia tinggi dan stabilitas termal yang tinggi untuk menghilangkan pencemaran logam berat, yaitu dengan cara adsorpsi sebagai metode yang ekonomis dan fleksibel sebagai pemurnian logam berat dari air limbah.

Adsorpsi bersifat reversibel, adsorben dapat diperoleh kembali melalui proses penghilangan yang sesuai. Adsorpsi juga dapat digunakan untuk menghilangkan komponen logam berat pada konsentrasi rendah. Nano-adsorben dapat memiliki banyak manfaat dalam proses penghilangan logam berat dan ekstraksi (A.Mirabi, 2015). Di antara berbagai adsorben, nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  telah menarik banyak perhatian. Kemampuan untuk menghilangkan ion logam berat dan bahkan zat warna telah meningkatkan kemampuan dari nanopartikel magnetik selama pembentukan nanokomposit. Nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  efektif dalam menghilangkan ion berat, zat warna dan daur ulang nanokomposit. Meskipun kemajuan yang signifikan telah dibuat dalam sintesis nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , namun nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  perlu dijaga kestabilannya untuk waktu yang lama tanpa diakumulasikan agar terlindungi dari oksidasi dengan udara atau korosi dengan asam atau basa. Oleh karena itu, salah satu strategi yang efektif adalah penggunaan pelapis polimer seperti polianilin yang mencegah partikel berkumpul dan teroksidasi dengan melapisi inti nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Polianilin efektif dalam menstabilkan partikel magnetik dengan membentuk tolakan elektrostatis pada nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (M.Yaldagard 2013).

Penelitian mengenai sintesis nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  /PANI sebagai penyerap Ion Pb (II) dari sampel limbah industri sudah dilakukan (Sadeghi 2018), didapatkan pH optimal 9, jumlah adsorben optimal 3mg dan waktu kontak optimal juga didapatkan 60 menit. Analisis BET (*Brunauer Emmett Teller*) diperoleh luas permukaan 159,736  $\text{m}^2/\text{g}$  untuk  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  setelah dilapisi dengan PANI, pengujian BET digunakan sebagai karakterisasi adsorben yang bertujuan untuk mengetahui ukuran luas permukaan adsorben dan pori-porinya. Kapasitas adsorpsi maksimum pada  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  /PANI adalah 111,11  $\text{m}^2/\text{g}$ . Penelitian serupa mengenai penyerapan Ion Pb (II) menggunakan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dilakukan oleh D Sartika (D Sartika 2019). Pada penelitian tersebut nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dapat mengadsorpsi Ion Pb (II) mencapai 99,98% dengan variasi konsentrasi adsorben 0,56 gram sampai dengan 0,70 gram. Pengujian karakterisasi TEM menghasilkan ukuran partikel 14,33 nm dari adsorben  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Pada penelitian ini dilakukan perkembangan mengenai penyerapan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /PANI dengan menggunakan sampel Ion Pb (II) yang berasal dari air sungai ciujung. Terdapat variasi konsentrasi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  pada penelitian ini, yaitu 1 gram, 2 gram dan 3 gram. Untuk mengetahui kemampuan penyerapan dari sintesis nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /PANI pada penelitian ini dilakukan pengujian *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) dan *Spektrofotometer UV-Vis* yang bertujuan menentukan persentase penyerapan Ion Pb (II). Pengujian morfologi juga perlu dilakukan untuk mengetahui ukuran distribusi atau kerapatan pada adsorben dan morfologi dari keseluruhan permukaan adsorben hasil dari penyerapan Ion Pb (II), dengan menggunakan pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) dan *Vibrating Sample Magnetometer* (VSM).

## **1.2 Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah yang akan dilihat pada penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana identifikasi  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANI}$  secara spesifik dan optimal dapat menyerap Ion Pb (II).
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANI}$  terhadap waktu kontak penyerapan Ion Pb (II).
3. Bagaimana pengaruh pelapis polimer polianilin (PANI) terhadap nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis penyerapan adsorben  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANI}$  secara spesifik dan optimal dapat menyerap Ion Pb (II).
2. Menganalisis pengaruh konsentrasi  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANI}$  terhadap waktu kontak penyerapan Ion Pb (II).
3. Menganalisis pengaruh pelapis polimer polianilin (PANI) terhadap nanopartikel  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ .

## **1.4 Ruang Lingkup Penelitian**

Adapun yang menjadi manfaat pada penelitian ini adalah:

1. Sampel air limbah pada sungai yang digunakan berasal dari sungai Ciujung Kabupaten Serang.



2. Penelitian dilakukan di laboratorium *Photovoltaic, Functional Device, and Artificial Intelligence Center of Excellence* (CoE) Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa Banten.
3.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  yang digunakan sebagai adsorben penyerap logam berat Pb.
4. PANI yang digunakan sebagai agen stabilitas adsorben.
5. Proses penelitian dilakukan menggunakan metode adsorpsi dengan variasi konsentrasi  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  1 gram, 2 gram, dan 3 gram dari sintesis nanokomposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANI}$  terhadap waktu kontak penyerapan ion Pb dengan variasi 1 jam, 2 jam dan 3 jam.

## **1.5 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari 5 bab. Bab I terdiri atas latar belakang penelitian, identifikasi masalah, tujuan percobaan, batasan masalah dan sistematika penulisan. Bab II merupakan tinjauan pustaka berisi teori dasar dari cemaran logam berat di sungai, adsorpsi  $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{PANI}$  sebagai penyerap ion Pb, kemampuan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  dalam menyerap ion Pb, polianilin (PANI) sebagai penunjang penelitian ini. Bab III merupakan metode penelitian berisi diagram alir penelitian dan prosedur yang digunakan saat penelitian. Bab IV menjelaskan mengenai hasil penelitian dan analisis hasil dari data yang sudah didapatkan. Bab V merupakan kesimpulan pada penelitian serta saran untuk penelitian lebih lanjut. Daftar pustaka berisi buku, jurnal dan laman web yang digunakan sebagai referensi dalam penyusunan laporan penelitian tugas akhir ini. Lampiran berisi contoh perhitungan dari data hasil penelitian yang telah dilakukan, gambar alat, dan bahan yang digunakan untuk menunjang dalam penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agen, D., Polivinilalkohol, S., Apriandanu, D. O. B., Wahyuni, S., & Hadisaputro, S. (2013). *Jurnal MIPA*. 36(2), 157–168.
- Al-Zohbi, F., Ghamouss, F., Schmaltz, B., Abarbri, M., Zaghrioui, M., & Tran-Van, F. (2021). Enhanced storage performance of PANI and PANI/graphene composites synthesized in protic ionic liquids. *Materials*, 14(15). <https://doi.org/10.3390/ma14154275>
- Cui, Y., Ge, Q., Liu, X. Y., & Chung, T. S. (2014). Novel forward osmosis process to effectively remove heavy metal ions. *Journal of Membrane Science*, 467, 188–194. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2014.05.034>
- De Fretes, C. E., Sutiknowati, L. I., & Falahudin, D. (2019). Isolasi dan identifikasi bakteri toleran logam berat dari sedimen mangrove di Pengudang dan Tanjung Uban, Pulau Bintan, Indonesia. *Oseanologi Dan Limnologi Di Indonesia*, 4(2), 71. <https://doi.org/10.14203/oldi.2019.v4i2.244>
- Elektrolit, K., Demen, T. A., & Cosaiian, T. A. N. P. E. T. (1998). *Analisis kondisi kualitas perairan polianilin sebagai fungsi konsentrasi elektrolit*.
- Foroutan, R., Esmaili, H., Abbasi, M., Rezakazemi, M., & Mesbah, M. (2018). Adsorption behavior of Cu(II) and Co(II) using chemically modified marine algae. *Environmental Technology (United Kingdom)*, 39(21), 2792–2800. <https://doi.org/10.1080/09593330.2017.1365946>
- Karimullah, R., Elvia, R., & Amir, H. (2018). Penentuan Parameter Adsorpsi Silika Sintetik Dari Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Kandungan Ammonium Pada Limbah Cair Tahu. *Alotrop*, 2(1), 66–71. <https://doi.org/10.33369/atp.v2i1.4709>
- Lestari, S. (2010). Pengaruh berat dan waktu kontak untuk adsorpsi Timbal(II) oleh adsorben dari kulit batang jambu biji (*Psidium guava* L.). *Jurnal Kimia Mulawarman*, 8(1), 7–10.
- Liu, C., Xu, J., Liu, C., Zhang, P., & Dai, M. (2009). Heavy metals in the surface sediments in Lanzhou Reach of Yellow River, China. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 82(1), 26–30.

<https://doi.org/10.1007/s00128-008-9563-x>

- Masrukan, Yulianto, T., & Muchsin, A. (2011). Komparasi Hasil Analisis Komposisi Kimia Di Dalam Paduan U-Zr-Nb Dengan Menggunakan Teknik Comparison Of Results Analysis Of Chemical Composition Of Alloys Inside. *Urania*, 17(3), 152–159.
- Mirabi, A., Dalirandeh, Z., & Rad, A. S. (2015). Preparation of modified magnetic nanoparticles as a sorbent for the preconcentration and determination of cadmium ions in food and environmental water samples prior to flame atomic absorption spectrometry. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 381, 138–144. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2014.12.071>
- Mirabi, A., Rad, A. S., & Abdollahi, M. (2017). Preparation of Modified MWCNT with Dithiooxamide for Preconcentration and Determination of Trace Amounts of Cobalt Ions in Food and Natural Water Samples. *ChemistrySelect*, 2(16), 4439–4444. <https://doi.org/10.1002/slct.201700521>
- Mirabi, A., Rad, A. S., Divsalar, F., & Karimi-Maleh, H. (2018). Application of SBA-15/Diphenyl Carbazon/SDS Nanocomposite as Solid-Phase Extractor for Simultaneous Determination of Cu(II) and Zn(II) Ions. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 43(7), 3547–3556. <https://doi.org/10.1007/s13369-017-3025-x>
- Mirabi, A., Rad, A. S., Khanjari, Z., & Moradian, M. (2017). Preparation of SBA-15/graphene oxide nanocomposites for preconcentration and determination of trace amounts of rutoside in blood plasma and urine. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 253, 533–541. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2017.06.187>
- Mirabi, A., Shokuhi Rad, A., & Khodadad, H. (2015). Modified surface based on magnetic nanocomposite of dithiooxamide/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> as a sorbent for preconcentration and determination of trace amounts of copper. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 389, 130–135. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2015.04.051>
- Murti, S. 2008. Pembuatan Karbon Aktif dari Tongkol Jagung untuk Adsorpsi. Molekul Amonia dan Ion Krom. Universitas Indonesia. Depok.
- Nabi, S. A., Shahadat, M., Shalla, A. H., & Khan, A. M. T. (2011). Removal of Heavy Metals from Synthetic Mixture as well as Pharmaceutical Sample Via Cation Exchange Resin Modified with Rhodamine B: Its Thermodynamic and Kinetic Studies. *Clean - Soil, Air, Water*, 39(12), 1120–1128. <https://doi.org/10.1002/clen.201000314>

- Özcan, A. S., Gök, Ö., & Özcan, A. (2009). Adsorption of lead(II) ions onto 8-hydroxy quinoline-immobilized bentonite. *Journal of Hazardous Materials*, *161*(1), 499–509. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.04.002>
- Peraturan Pemerintah No 20 Tahun 1990. (1990). Peraturan Pemerintah No 20 Tahun 1990 Tentang Pengendalian Pencemaran Air. *Lembaran Negara Republik Indonesia*, *20*.
- Prabowo, A. liberty. (2009). Pembuatan Karbon Aktif Dari Tongkol Serta Aplikasinya Untuk Adsorpsi Cu, Pb dan Amonia. *Skripsi*, 20249741.
- Practice, T. H. E., Gas, O. F., Standards, I. P., Petroleum, F. O. R., & Analysis, M. F. O. R. (1968). *Integrator Waters ' Porapak GC column*. *6*(9), 14–15.
- Qin, J. J., Wai, M. N., Oo, M. H., & Wong, F. S. (2002). A feasibility study on the treatment and recycling of a wastewater from metal plating. *Journal of Membrane Science*, *208*(1–2), 213–221. [https://doi.org/10.1016/S0376-7388\(02\)00263-6](https://doi.org/10.1016/S0376-7388(02)00263-6)
- Rafiei, H. R., Shirvani, M., & Ogunseitani, O. A. (2016). Removal of lead from aqueous solutions by a poly(acrylic acid)/bentonite nanocomposite. *Applied Water Science*, *6*(4), 331–338. <https://doi.org/10.1007/s13201-014-0228-0>
- Raouf MS, A., & Raheim ARM, A. (2016). Removal of Heavy Metals from Industrial Waste Water by Biomass-Based Materials: A Review. *Journal of Pollution Effects & Control*, *05*(01), 1–13. <https://doi.org/10.4172/2375-4397.1000180>
- Sadeghi, M., Rad, A.S., Ardjmand, M., & Mirabi, A. (2018). Preparation of magnetic nanocomposite based on polyaniline/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> towards removal of lead (II) ions from real samples. *Synthetic Metals*.
- Saputri, C. A. (2020). KAPASITAS ADSORPSI SERBUK NATA DE COCO (BACTERIAL SELLULOSE) TERHADAP ION Pb<sup>2+</sup> MENGGUNAKAN METODE BATCH. *Jurnal Kimia*, *14*(1), 71. <https://doi.org/10.24843/jchem.2020.v14.i01.p12>
- Setiabudi, A., Hardian, R., & Muzakir, A. (2012). Karakterisasi Material: Prinsip dan Aplikasinya dalam Penelitian Kimia. In *UPI Press* (Vol. 1).

- Skoog D. A. West D. M. & Holler F. J. (1996). *Fundamentals of analytical chemistry* (7th ed.). Saunders College Pub. Retrieved July 17 2023 from <http://catdir.loc.gov/catdir/enhancements/fy1514/95067683-b.html>.
- Tayebi, H. A., Dalirandeh, Z., Shokuhi Rad, A., Mirabi, A., & Binaeian, E. (2016). Synthesis of polyaniline/Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> magnetic nanoparticles for removal of reactive red 198 from textile waste water: kinetic, isotherm, and thermodynamic studies. *Desalination and Water Treatment*, 57(47), 22551–22563. <https://doi.org/10.1080/19443994.2015.1133323>
- Vatani, Z., & Eisazadeh, H. (2013). Application of Polythiophene Nanocomposite Coated on Polystyrene and Poly(Vinyl Chloride) for Removal of Pb(II) from Aqueous Solution. *Polymer - Plastics Technology and Engineering*, 52(15), 1621–1625. <https://doi.org/10.1080/03602559.2013.828235>
- West A. R. (2014). *Solid state chemistry and its applications* (Second edition student). John Wiley & Sons.
- Wijayanto, S. O., & Bayuseno, A. . (2016). Wijayanto. *Analisis Kegagalan Material Pipa Ferrule Nickel Alloy N06025 Pada Waste Heat Boiler Akibat Suhu Tinggi Berdasarkan Pengujian : Mikrografi Dan Kekerasan*, 2(1), 33–39.
- Wuryanti, D., & Suharyadi, E. (2018). Studi Adsorpsi Logam Co(II), Cu(II), dan Ni(II) Dalam Limbah Cair Buatan Menggunakan Adsorben Nanopartikel Magnetik Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dan ZnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. *Jurnal Fisika Indonesia*, 20(2), 28. <https://doi.org/10.22146/jfi.27936>