

PEMANFAATAN LIMBAH SLAG SMELTER NIKEL SEBAGAI ADSORBEN UNTUK MENGURANGI KADAR Cr^{6+} DALAM LIMBAH BUANGAN INDUSTRI

*(Utilization Of Nickel Smelter Slag Waste As An Adsorbent
To Reduce Cr^{6+} Levels In Industrial Waste)*

Aswan Nurga Azis, Nahda Zhafira, Takdir Syarif*, Rismawati Rasyid

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia Jl Urip Sumoharjo KM 5,
Panaikang, Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231, Indonesia

Inti Sari

Proses pirometalurgi bijih nikel menghasilkan slag yang memiliki kandungan Fe tinggi dan berpotensi menjadi sumber Fe (II) untuk mengolah Cr(VI). Pengolahan Cr (VI) dengan Fe (II) dari slag nikel dilakukan pada kondisi jar tes atau pengadukan. Kondisi jar tes pada konsentrasi Fe (II) di larutan fero sulfat tetap dan menerapkan variasi berat slag dan waktu pengadukan diperoleh penurunan Cr (VI) pada rentang 65,69% - 81,80%. Hasil analisis konsentrasi terlarut Cr^{6+} pada air limbah hasil pengolahan telah memenuhi baku mutu air limbah pertambangan bijih nikel di Indonesia. Hasil ini menunjukkan bahwa Fe (II) dari slag nikel dapat menurunkan Cr (VI) pada air limbah industri pertambangan bijih nikel.

Kata Kunci: Slag, kondisi jar tes, Variasi berat slag, variasi waktu kontak, Adsorpsi.

Abstract

The pyrometallurgical process of nickel ore produces slag which has a high Fe content and has the potential to be a source of Fe (II) for processing Cr(VI). Processing of Cr (VI) with Fe (II) from nickel slag is carried out under test jar or stirring conditions. Jar test conditions at a fixed concentration of Fe (II) in the ferrous sulfate solution and applying variations in slag weight and stirring time resulted in a decrease in Cr (VI) in the range of 65.69% - 81.80%. The results of the analysis of dissolved Cr^{6+} concentrations in processing wastewater have met the quality standards for nickel ore mining wastewater in Indonesia. These results indicate that Fe (II) from nickel slag can reduce Cr (VI) in nickel ore mining industry wastewater.

Key Words : Slag, Jar Test, Slag weight variations, contact time variations, Adsorption

Published by
Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address
Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Email :
jmpe@umi.ac.id

***Corresponding Author**
takdir_syarif@umi.ac.id



Journal History

Paper received : 02 Juli 2024

Received in revised : 28 Juli 2024

Accepted : 12 Agustus 2024

PENDAHULUAN

Nikel merupakan bahan galian yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi karena memiliki manfaat yang cukup banyak dalam kehidupan sehari-hari manusia. Setidaknya ada berbagai industri yang menggunakan nikel sebagai bahan dasarnya. Nikel banyak digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan stainless steel, besi baja, kawat, pelapis senjata, bahan dasar baterai isi ulang, dan manfaat lainnya. Oleh karena itu, kegiatan penambangan bijih nikel juga terus dilakukan memenuhi kebutuhan akan nikel [1]. Berdasarkan Data *nickel institute*, Indonesia memiliki 21 juta ton cadangan nikel yaitu 19,6% dari cadangan dunia yang tersebar di Sulawesi dan Maluku [2], Indonesia sebagai produsen nikel terbesar di dunia, tidak ingin kehilangan momentum untuk memanfaatkan produksi nikel ini. Indonesia punya amunisi berupa cadangan bijih nikel yang banyak. Dalam mendukung pengembangan industri nikel terintegrasi, pemerintah meningkatkan hilirisasi nikel dalam negeri, salah satunya dengan menambah jumlah smelter nikel, smelter merupakan fasilitas industri Pengolahan bijih nikel, di Indonesia proses pengolahan bijih nikel sebagian besar menggunakan proses pirometalurgi [3].

Pengolahan bijih nikel dengan proses pirometalurgi menghasilkan produk samping berupa paduan logam yang disebut *slag* nikel. Jika produk samping ini tidak dimanfaatkan lebih lanjut maka bisa dikategorikan menjadi limbah. Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) No 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, *Slag* nikel (kode limbah B401) masuk kategori limbah B3 dari sumber spesifik khusus dengan kategori bahaya dua. Oleh karena itu, *slag* nikel yang dihasilkan menimbulkan masalah tersendiri karena dari segi jumlah cukup banyak dan laju pertumbuhannya meningkat seiring dengan laju produksi nikel. Sebagai contoh, produksi nikel saprolite (kadar nikel di atas 1.7%) PT. Vale Indonesia, Tbk Sorowako-Luwu Timur mencapai rata-rata 75.000 ton pertahun dan setiap ton produk yang dihasilkan tersebut akan menimbulkan slag nikel sekitar 50 kali yaitu sekitar 3.750.000 ton per tahun [4]. Penelitian mengenai pemanfaatan slag nikel cukup menarik untuk dilakukan, Hal ini karena slag nikel secara kimiawi mengandung logam dan senyawa berharga, Slag nikel memiliki komposisi kimia terdiri atas 8,00% Fe, 50,13% SiO₂, 1,38% CaO, 30,08% MgO, 0,92% Cr, dan 2,71% Al₂O₃, Komposisi tersebut menunjukkan bahwa senyawa Besi (Fe), Silika (SiO₂) dan Magnesia (MgO) menjadi senyawa dominan penyusun slag nikel [1]. Penelitian tentang pemanfaatan limbah slag sebagai keperluan pengendalian lingkungan masih sedikit ditemukan dan masih perlu di modifikasi, Contoh penelitian dari Asep Majalis [5]. masih mempunyai kekurangan seperti sistem pengolahan yang menggunakan sistem kontinyu dimana rangkaian alatnya yang cukup rumit dan memerlukan tempat yang cukup luas jika ingin menerapkan dengan skala yang lebih besar.

Limbah *Slag* dalam penelitian ini kami peroleh dari limbah produksi Ferro Nikel PT. Wanatiara Persada, Halmahera Selatan, Provinsi Maluku Utara yang pada sebagian besar tidak dilakukan pengolahan terhadap limbah *Slag* tersebut karena dianggap tidak bernilai ekonomis. Seiring berkembangnya teknologi dan inovasi, solusi pengurangan limbah *Slag* yang menumpuk di wilayah pabrik Nikel PT. Wanatiara Persada adalah melakukan pemakaian kembali (*Reduce*) agar dapat dimanfaatkan sebagai bahan absorpsi zat berbahaya di dalam limbah cair. Tujuannya adalah untuk dan mengurangi limbah (B3) yang dapat mencemari lingkungan dan mewujudkan *zero waste* di dalam proses industri.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka kami mengambil judul pemanfaatan limbah *slag* sebagai absorpsi untuk menurunkan kadar Cr⁶⁺ dalam limbah buangan industri. Dengan harapan dapat mengurangi pencemaran bahan berbahaya pada limbah cair dan juga memanfaatkan limbah slag yang selama ini sebagian besar tidak dimanfaatkan.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Limbah slag nikel smelter PT Wanatiara, air limbah industri nikel PT HJNI, Asam sulfat, pereaksi analisa kromium heksavalen dan *Aquabidest*.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Timbangan Analitik, Gelas Beker, Oven, Gelas Ukur, *Pulverizer*, *Jaw crusher*, Kertas saring, *Spektrofotometer UV-VIS*, Ayakan 200 mesh, Batang pengaduk dan Lemari asam

Pelaksanaan Penelitian

Limbah *slag* sebanyak 150 gram dibersihkan dari kotoran. Setelah itu limbah *slag* dihaluskan dan diayak dengan ayakan 200 mesh kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 110 °C. Masing – masing sebanyak (10, 15, 20 dan 25) gram limbah *slag* dilindikan dengan 50 mL H₂SO₄ 0,2 M. Selanjutnya larutan pelindian di diamkan selama 1 hari setelah itu disaring dengan kertas saring Whatman 42. Filtrat yang diperoleh adalah larutan adsorben. Sebelum dilakukan adsorpsi, sampel limbah cair diuji kadar Cr⁶⁺ yang nantinya akan dijadikan sebagai konsentrasi awal dalam sampel. Air limbah dihomogenkan dengan magnetik *stirrer*/Jar test. Sebanyak 50 ml sampel disaring dengan kertas saring Whatman 42 untuk diuji dengan metode Spektrofotometer UV – VIS.

Penentuan parameter dilakukan untuk melihat formulasi yang sesuai untuk menurunkan konsentrasi Cr⁶⁺ dan pengaruh *slag* apabila tidak dilindikan dengan Asam sulfat. Adapun parameter dalam penelitian dimulai dari Pengaruh slag tanpa dilindikan, Pengaruh waktu kontak dan Pengaruh jumlah slag. Kondisi percobaan dilakukan menggunakan Percobaan dengan penambahan limbah *slag* (10, 15, 20 dan 25) gram, Waktu kontak (30, 60, 90, 120) menit dan pengaruh slag tanpa dilindikan, parameter ditentukan untuk melihat besarnya penurunan kadar Cr⁶⁺ pada masing-masing kondisi percobaan yang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Adsorpsi} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{akhir}}{\text{Konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Percobaan dilakukan secara metode jar tes dengan mencampurkan 250 ml limbah air dengan masing - masing variasi percobaan dalam gelas piala. Campuran ini diaduk pada rangkaian alat jar tes pada suhu ruang dengan kecepatan pengadukan 200 rpm.

Analisa Sampel

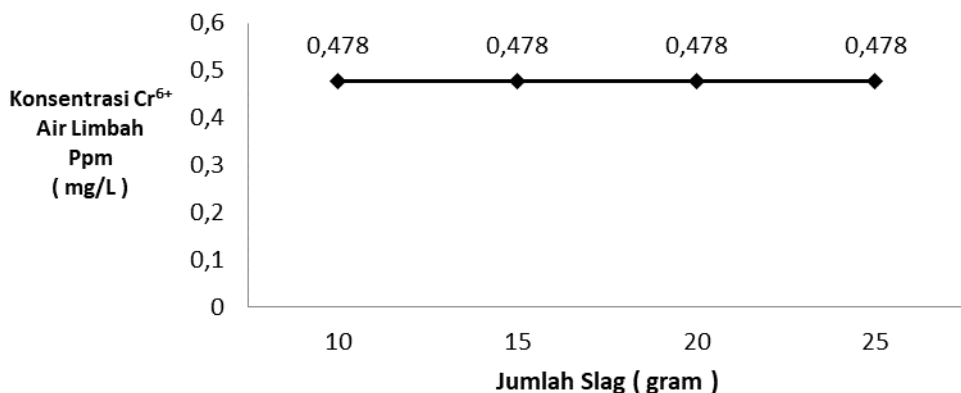
Analisa kandungan air limbah sebelum dan sesudah pengujian adsorpsi dilakukan dengan menggunakan Alat instrumen Spektrofotometer UV-VIS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh slag tanpa dilindikan terhadap konsentrasi Cr⁶⁺, pengaruh waktu kontak atau pengadukan dan pengaruh jumlah penambahan limbah slag terhadap konsentrasi Cr⁶⁺. adapun Persiapan bahan yang dibutuhkan untuk mengadsorpsi kandungan Cr⁶⁺ menggunakan limbah slag nikel yang dilindikan dengan asam sulfat 0,2 M sesuai dengan jumlah penambahan limbah slag yang diinginkan yaitu (10 gr, 15 gr, 20 gr dan 25 gr).

Pengaruh slag tanpa dilindikan

Berikut adalah grafik hasil pengujian pengaruh slag tanpa dilindikan terhadap perubahan konsentrasi Cr⁶⁺:



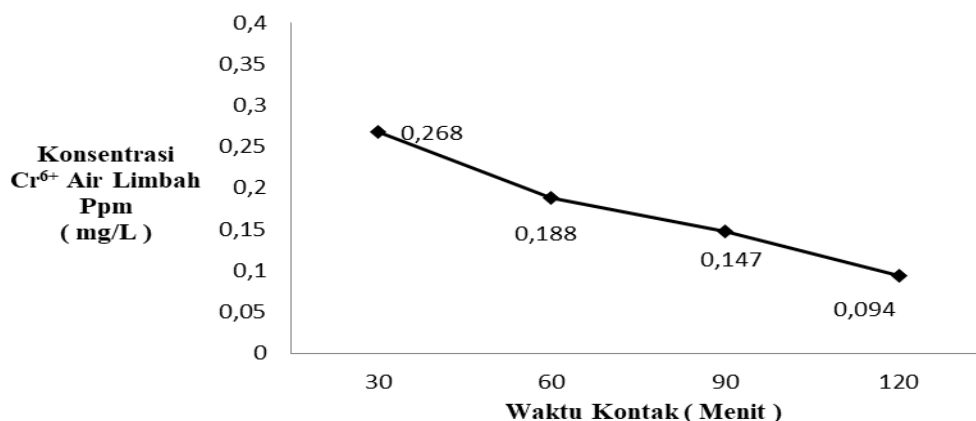
Gambar 1. Hasil Analisa pengaruh slag tanpa dilindikan

Berdasarkan Gambar 1. dapat menunjukan bahwa tidak ada perubahan atau penurunan kadar Cr⁶⁺ setelah di tambahkan limbah slag tanpa di lindikan terlebih dahulu menggunakan Asam Sulfat, dikarenakan Fe (II) di dalam limbah slag tidak dapat mengadsorpsi Cr⁶⁺, ini sesuai dengan penelitian terdahulu oleh Asep Majalis [5] yang

menjelaskan tentang proses pelindian, Pelindian adalah proses ekstraksi zat dari padatan dengan melarutkannya di dalam larutan, baik secara alami maupun melalui proses industri. Pelindian logam dari slag telah banyak dikembangkan diantaranya pelindian menggunakan agen pelindi seperti ferisulfat, amonium sulfat, feriklorida dan asam sulfat. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses pelindian logam dalam sistem padat-cair adalah jenis agen pelindi, ukuran partikel, heterogenitas fasa mineral dalam matriks padatan, waktu, temperatur, pH, kondisi redoks dan kompleksasi. Proses pelindian besi dari slag nikel PT. Wanatiara Persada Halmahera Selatan – Maluku Utara dilakukan dengan proses yang sederhana, disebut sederhana karena proses pelindiannya tidak melakukan pengkondisian parameter seperti tekanan (P), temperatur (T), penambahan zat aditif ataupun pengadukan [5].

Pengaruh variasi waktu kontak adsorben terhadap konsentrasi Cr^{6+}

Berikut adalah grafik pengaruh waktu kontak terhadap konsentrasi Cr^{6+} :

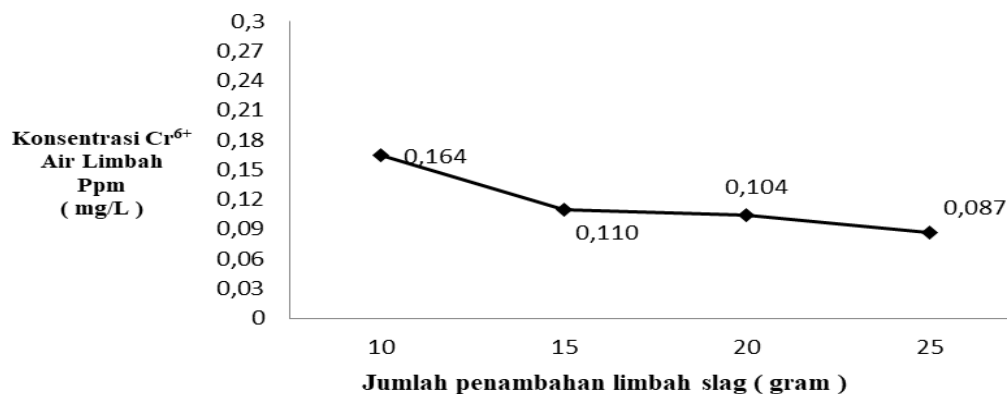


Gambar 2. Hasil Analisa pengaruh waktu kontak

Berdasarkan Gambar 2. menunjukkan penentuan pengaruh variasi waktu kontak adsorben dari data gambar 4.2 diatas menunjukkan bahwa pada menit 30, 60 dan 90 kadar Cr^{6+} berurut sebesar 0,268 mg/L, 0,188 mg/L, 0,147 mg/L dan 0,094 mg/L dan pada menit 120 di dapatkan konsentrasi Cr^{6+} sebesar 0,094 mg/L dan dapat dihitung efisiensi penurunan ion Cr^{6+} sebesar 80,33%, hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Lestari [6]. Menyatakan bahwa semakin lama waktu kontak maka kesempatan ion adsorben untuk bersinggungan dengan ion yang ingin di adsorpsi lebih besar, sehingga ion yang teradsorpsi semakin banyak dan konsentrasi logam setelah adsorpsi semakin kecil atau rendah.

Pengaruh variasi jumlah penambahan limbah slag terhadap konsentrasi Cr^{6+}

Berikut adalah grafik pengaruh jumlah penambahan limbah slag :



Gambar 3. Hasil Analisa Volatile Matter

Berdasarkan Gambar 3. Dapat diketahui terjadi penurunan kadar Cr^{6+} secara menerus di setiap kenaikan jumlah limbah slag. Jumlah penambahan adsorben sebesar 25 gram memiliki konsentrasi Cr^{6+} yang paling rendah yaitu sebesar 0,087 mg/L atau dapat dihitung efisiensi penurunan ion Cr^{6+} sebesar 81,80%, Terjadinya peningkatan daya adsorpsi ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah adsorben yaitu limbah slag, hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nurafriyanti [7] yang mana semakin banyak adsorben yang digunakan maka semakin banyak gugus aktif yang tersedia sehingga penyerapan ion logam semakin banyak.

Penurunan konsentrasi Cr^{6+} sampai dengan konsentrasi 0,087 mg/L dengan penambahan adsorben slag 25 gram, konsentrasi yang di dapatkan tersebut telah menunjukkan bahwa air limbah yang diadsorpsi telah memenuhi standar baku mutu khusus untuk air limbah pertambangan biji nikel sebesar 0,1 mg/L yang tertuang dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2022.

KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian tentang Pemanfaatan limbah slag smelter nikel sebagai adsorben untuk mengurangi kadar Cr^{6+} dalam buangan air limbah industri pada pertambangan PT Heng Jaya Nikel Industri Morowali – Sulawesi Tengah, adapun yang dapat kami simpulkan bahwa :

1. Pada tahap penentuan pengaruh pelindian slag di dapatkan hasil ialah tidak ada perubahan atau penurunan kadar Cr^{6+} setelah di tambahkan limbah slag tanpa di lindikan terlebih dahulu.
2. Pada tahap penentuan pengaruh variasi waktu kontak adsorben terhadap konsentrasi Cr^{6+} diperoleh konsentrasi Cr^{6+} pada waktu kontak 120 menit sebesar 0,094 mg/L sudah sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2022 tentang air limbah pertambangan bijih nikel sebesar 0,1 mg/L.
3. Pada tahap penentuan pengaruh variasi jumlah penambahan adsorben terhadap konsentrasi Cr^{6+} diperoleh konsentrasi Cr^{6+} pada penambahan adsorben slag sebanyak 25 gram diperoleh konsentrasi Cr^{6+} sebesar 0.087 mg/L, dimana sudah sesuai dengan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 22 Tahun 2022 tentang standar kandungan Cr^{6+} sebesar 0,1 mg/L.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Muslim Indonesia dan pihak Laboratorium PT. Anugerah Tirta Somba Opu sebagai tempat pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Laratika, E. (2018). Pemanfaatan Slag nikel limbah pengolahan nikel PT Antam pomalaa sebagai bahan paduan besi cor. Malang: Program studi teknik lingkungan jurusan keteknikan pertanian Fakultas teknologi pertanian Universitas Brawijaya Malang .
- [2] *National Mineral Information Center*. (2022). *Nickel Statistics and Information*. Retrieved Desember 25, 2023 from <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2023-nickel>
- [3] Adi, M. A. (2022). Peningkatan Investasi Dan Hilirisasi Nikel Di Indonesia. Jurnal ilmu sosial dan pendidikan, 6(2).
- [4] Jefrianto, W. (2018). Analisis karakteristik paduan logam oksida Fe_2O_3 dan slag nikel. *J Neutrino*, 1, 33 - 38.
- [5] Asep Majelis, d. (2020). Kajian awal produksi Fero Sulfat dari Slag nikel melalui proses pelindian menggunakan asam sulfat. Ilmu Lingkungan, 18(1), 31 -38.
- [6] Lestari, I. (2020). Penyerapan Ion Pb (II) menggunakan adsorben dari limbah padat lumpur aktif pengolahan air minum. chem.prog. Vol.13 No.2, 74.
- [7] Nurafriyanti, dkk. (2017). Pengaruh variasi pH dan berat adsorben dalam pengurangan konsentrasi Cr total pada limbah artifisial menggunakan adsorben ampas daun teh. Banjar baru: FT Prodi Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat.