Studi Kasus Pengelolaan Limbah B3 (*Slag* Nikel) Pada Industri Pertambangan Nikel di Indonesia

Yeski Ressa[1], Albert Takin Mangesa'[2], Kasta Pratama[3], dan Fairus Atika Redanto Putri[4].
Teknik Pertambangan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
yeskiressajr@gmail.com[1], albertakin25@gmail.com[2], kasta.leonard098@gmail.com[3], dan fairus@itats.ac.id[4].

ABSTRACT

The mining industry is one of the economic sectors that plays a crucial role in providing raw materials for various human needs. However, mining is often associated with environmental issues, especially concerning the management of hazardous and toxic waste (B3). One of the B3 wastes produced by the mining industry, particularly nickel mining, is nickel slag. The method used in this research is a literature review. A literature review is a research method conducted by reviewing or examining various scientific works that have the same topic. The waste from the processing of nickel ore owned by PT. X in Pomalaa, in the form of slag, is apparently used by the community as material for coastal embankments. However, slag residues are considered hazardous waste containing Hazardous and Toxic Substances. Slag residues cannot be used as coastal embankment material due to their hazardous and toxic content, but slag waste can be utilized as concrete aggregates, road hardening, or aggregates for road construction..

Keywords: *Mangement, mining, slag nickel.*

ABSTRAK

Industri pertambangan merupakan salah satu sektor ekonomi yang berperan penting dalam menyediakan bahan baku untuk berbagai kebutuhan manusia. Namun, pertambangan juga seringkali dihubungkan dengan masalah lingkungan, terutama terkait pengelolaan limbah berbahaya dan beracun (B3). Salah satu limbah B3 yang dihasilkan oleh industri pertambangan khususnya pertambangan nikel adalah slag nikel. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah study kepustakaan. Study Kepustakaan merupakan metode penelitian yang dilakukan dengan mereview atau mengulas berbagai karya ilmiah yang memiliki topik yang sama. Limbah hasil pengolahan bijih nikel milik PT. X di Pomalaa dalam bentuk slag ternyata digunakan masyarakat sebagai material timbunan pantai. Padahal ampas *slag* termasuk dalam limbah yang mengandung unsur Bahan Berbahaya dan Beracun. Ampas slag tidak dapat digunakan sebagai bahan penimbunan pantai karena mengandung bahan berbahaya dan beracun tetapi limbah slag dapat dimanfaatkan sebagai agregat beton, pengerasan jalan tambang ataupun agreget untuk kontruksi jalanan.

Kata kunci: Pengelolaan, pertambangan, *slag* nikel.

PENDAHULUAN

Industri pertambangan merupakan salah satu sektor ekonomi yang berperan penting dalam menyediakan bahan baku untuk berbagai kebutuhan manusia [1]. Namun, pertambangan juga seringkali dihubungkan dengan masalah lingkungan, terutama terkait pengelolaan limbah berbahaya dan beracun (B3) [2] . Limbah B3 adalah limbah yang mengandung bahan berbahaya dan beracun [3]. Limbah ini dapat dihasilkan dari berbagai kegiatan manusia seperti industri, rumah tangga, pertanian, dan kesehatan. Limbah B3 dapat mengandung zat-zat kimia berbahaya seperti logam berat, pestisida, obat-obatan, bahan kimia beracun, dan lain sebagainya [4]. Salah satu industri penghasil limbah B3 di Indonesia adalah Industri pertambangan ditunjukkan dengan jumlah limbah B3 yang terus bertambah setiap tahunnya menjadi sekitar 200 juta ton pada tahun 2020 [5]. Salah satu limbah B3 yang dihasilkan oleh industri pertambangan khususnya pertambangan nikel adalah *slag* nikel. *Slag* nikel sendiri dihasilkan dari proses peleburan nikel dimana residu atau ampas dari kegiatan tersebut yang kemudian mengalami pendinginan lalu membentuk sebuah padatan itulah yang kemudian disebut sebagai slag nikel. Slag nikel ini merupakan salah satu limbah B3 yang apabila tidak dikelola dengan baik maka bisa berpotensi merusak lingkungan [6]. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sumber limbah *slag* dari industri pertambangan dan bahaya yang ditimbulkan dari limbah *slag* nikel terhadap lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik serta solusi yang dapat diterapkan untuk mengelolah limbah *slag* nikel tersebut agar tidak merusak lingkungan ataupun cara yang dapat diterapkan untuk memanfaatkan limbah slag nikel sehingga dapat memberikan keuntungan dan tidak merusak lingkungan.

ISSN 2775-5630

TINJAUAN PUSTAKA

Limbah B3

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, Bahan Berbahaya dan Beracun yang selanjutnya disingkat B3 adalah zat, energi, dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain" [3].

Pengelolaan Limbah B3

Pengelolaan Limbah B3 adalah kegiatan yang meliputi pengurangan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan/atau penimbunan. Berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pasal 59 ayat 1 sampai 6 menjelaskan bahwa "Setiap orang yang menghasilkan limbah B3 wajib melakukan pengelolaan limbah B3 yang dihasilkannya. Dalam hal B3 sebagaimana dimaksud dalam Pasal 58 ayat (1) telah kedaluwarsa, pengelolaannya mengikuti ketentuan pengelolaan limbah B3. Dalam hal setiap orang tidak mampu melakukan sendiri pengelolaan limbah B3, pengelolaannya diserahkan kepada pihak lain. Pengelolaan limbah B3 wajib mendapat izin dari Menteri, gubernur, atau bupati/walikota sesuai dengan kewenangannya. Menteri, gubernur, atau bupati/walikota wajib mencantumkan persyaratan lingkungan hidup yang harus dipenuhi dan kewajiban yang harus dipatuhi pengelola limbah B3 dalam izin. Keputusan pemberian izin wajib diumumkan" [7].

Limbah *Slag* Nikel

Slag (ampas) merupakan limbah industri yang dihasilkan pada saat peleburan logam. Slag adalah sisa atau bahan limbah yang menggumpal, seperti logam, yang mutunya rendah dikarenakan tercampur dengan material lain yang sulit dipisahkan. *Slag* terbentuk dari aglomerasi mineral kalium, silika, serta soda pada tahapan meleburkan logam, atau melalui pelarutan mineral-mineral dari bahan wadah karena melalui proses pengolahan dengan suhu yang tinggi [6].
Nickel Slag (Ampas Ni) merupakan salah satu limbah oleh industri pengolahan bijih nikel yang berbentuk cairan panas yang selanjutnya didinginkan sehingga terbentuk batuan-batuan alam dengan komposisi ampas berpori dan ampas padat. *Slag* Ni diklasifikasikan menjadi tiga jenis tergantung pada bentuknya, yakni tinggi, sedang, dan *slag* rendah. *Slag* Ni kelas tinggi diperoleh dalam bentuk pasir halus berwarna coklat tua dengan cara peleburan di konverter, sedangkan terak kategori sedang dan rendah diperoleh melalui tungku pembakaran (*furnace*) [6].

Pengaruh Slag Nikel Terhadap Lingkungan

Limbah slag nikel, yang dihasilkan dari proses pengolahan bijih nikel, memiliki beberapa dampak terhadap lingkungan. Namun, dengan pemanfaatan yang tepat, limbah slag nikel dapat dihancurkan menjadi bahan konstruksi dan industri yang bermanfaat. Berikut adalah beberapa pengaruh limbah slag nikel terhadap lingkungan [6]:

1. Kontaminasi tanah dan udara
   Limbah terak nikel mengandung logam berat yang dapat mencemari tanah dan air jika tidak dikelola dengan benar. Hal ini dapat mengakibatkan kontaminasi tanah dan udara yang berbahaya bagi masyarakat dan lingkungan.
2. Pencemaran udara
   Proses produksi limbah terak nikel dapat menghasilkan emisi dan debu yang berpotensi mencemari udara. Emisi dan debu proses produksi juga dapat mengganggu penyelamatan dan kesehatan masyarakat.
3. Kesehatan masyarakat
   Dampak negatif limbah slag nikel juga dapat berdampak pada kesehatan masyarakat, terutama jika terjadi kontaminasi tanah, udara, atau udara.
4. Pencemaran daerah aliran
   Limbah terak nikel yang ditempat di daerah aliran dapat menyebabkan pencemaran daerah aliran, yang dapat berbahaya bagi ekosistem dan masyarakat yang bergantung pada sumber air tersebut.

ISSN 2775-5630

5. Kontaminasi flora dan fauna
   Limbah terak nikel, yang mengandung zat berbahaya, dapat mengakibatkan kontaminasi tanah yang mengancam flora dan fauna di daerah yang menjadi tempat limbah ditempat.

Secara keseluruhan, pemanfaatan limbah *slag* nikel dengan baik dan pengelolaan yang tepat dapat meminimalisir dampak negatif terhadap lingkungan. Seperti halnya aktivitas pertambangan dan usaha industri pada umumnya, aktivitas peleburan nikel pada hasil akhir berupa limbah-limbah padat dengan komposisi limbah yaitu limbah bahan non B3 dan limbah berbahaya dan beracun (B3). Apabilah imbah-limbah tersebut tidak dikelola dengan benar, maka mampu menimbulkan efek negatif seperti kontaminasi air dan tanah, sehingga berdampak buruk pada lingkungan dan kesehatan masyarakat [8].

METODE

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah study kepustakaan. Study Kepustakaan merupakan metode penelitian yang dilakukan dengan mereview atau mengulas berbagai karya ilmiah yang memiliki topik yang sama. Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan beberapa karya ilmiah seperti jurnal, artikel, paper, prosiding, dan sebagainya yang memiliki topik pembahasan yang sama dengan karya ilmiah ini. Setelah mengumpulkan beberapa karya ilmiah kemudian karya ilmiah tersebut diolah dan disusun sebagai karya tulis ilmiah yang lebih sistematis.

Adapun tahapan penelitian secara keseluruhan:

1. Tahap pendahuluan, pada tahap ini diawali dengan kajian literatur mengenai hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan studi kasus yang dilakukan, dari studi literatur tersebut diambil sebuah hipotesis masalah dan keterbaruan dalam hal penggunaan slag nikel sebagai material dan untuk kontruksi jalan.
2. Tahap kedua, meninjau literatur terkait dengan penggunaan limbah nikel sebagai material kontruksi jalan.
3. Tahap ketiga, meninjau regulasi dan standar yang berlaku terkait dengan penggunaan limbah nikel dalam pemanfatannya sebagai material dan kontruksi jalan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peyalahgunaan Limbah *Slag* PT.X

Limbah berupa *slag* hasil pengolahan bijih nikel oleh PT. X salah satu perusahaan tambang nikel di Indonesia rupanya dimanfaatkan masyarakat sebagai bahan timbunan. Limbah nikel juga dimanfaatkan di Pantai Harapan, sebuah objek wisata yang dibuat memakai teknik menimbun laut dengan *slag* Ni. Padahal limbah *slag* nikel merupakan salah satu limbah yang memiliki kandungan unsur-unsur B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) [9].

Karena *slag* ini termaksud limbah berbahaya, maka tidak dapat digunakan sebagai bahan pengisi jalan atau bahkan pada bangunan tempat tinggal masyarakat. Politi PPRN ini mengakui bahwa pihaknya telah memberikan teguran kepada manajemen PT. X untuk tidak lagi membiarkan limbah-limbah tersebut berhamburan di pemukiman umum ataupun untuk dimanfaatkan sebagai bahan timbunan dalam menimbun lokasi Pantai. PT. X secara tidak sengaja membuat objek wisata pantai yang seluruhnya dikelilingi oleh limbah yang mengandung B3. Sementara apabila limbah *slag* ini bercampur dengan air laut dapat menghasilkan unsur-unsur kimia yang dapat mengakibatkan kanker kulit pada pengunjung yang mandi di pantai tersebut [9].

Keadaan Awal Slag Nikel

Feronikel yang mengandung nikel dan besi ini merupakan hasil pengolahan bijih nikel dengan kadar nikel paling rendah 1,8% serta kadar besi paling tinggi 25% yang melalui proses pirometalurgi, yaitu cara mengolah logam dengan menggunakan suhu yang tinggi. Reaksi reduksi terjadi pada elektroda panas, memisahkan logam cair dan terak (*slag*). Akibat reduksi, logam berada pada bagian bawah permukaan lelehan dan terak berada pada bagian atas permukaan lelehan. Hal tersebut karena berat jenis logam cair lebih tinggi (6,7 hingga 7) dibandingkan dengan terak (2,8 hingga 3). Selanjutnya logam yang sudah bersifat cair dikirim pada tahap berikutnya lalu *slag* yang dihasilkan akan dibuang. Pada proses mengolah bijih nikel, terutama pada peleburan dalam tungku listrik, produk utamanya adalah *fasa crude*, dan produk

ISSN 2775-5630

sampingnya adalah *slag*. Bentuk *slag* nikel yang digunakan kali ini adalah bongkahan mirip logam. *ampas* nikel yang masih berbentuk gumpalan-gumpalan logam kemudian dilakukan proses penggilingan dengan menggunakan *disk mill*. Hal tersebut dilakukan agar *slag* nikel yang masih berbentuk bongkahan logam besar menjadi serbuk yang lebih halus. Hasil dari penggilingan disaring dan ditimbang untuk memperoleh variasi ukuran dan komposisi yang diperlukan untuk penelitian kandungan slag nikel [8]. *Slag* nikel PT. X yang merupakan produk sampingan dari kegiatan peleburan memiliki kandungan sejumlah senyawa-senyawa kimia sebagai penyusunnya seperti yang di tunjukan pada Tabel 1:

Tabel 1. Kandungan *Slag* Nikel

Senyawa	Jumlah (%)
SiO_2	50,13
MgO	30,08
Al_2O_3	2,71
CaO	1,38
Fe	0,08
Cr	0,92
BC (*Basi City*)	0,62

Sumber: [8]

Dari tabel diatas terlihat komposisi kimia senyawa-senyawa penyusun terak nikel PT. X di Pomalaa pada urutan teratas didominasi oleh senyawa SiO2 sebesar 50,13% dan kemudian oleh senyawa MgO sebesar 30,08%. Penelitian ini memanfaatkan unsur Mg dalam senyawa yang terkandung dalam terak MgO pada besi tuang cair sesaat sebelum besi tuang tersebut dituangkan ke dalam cetakan, unsur paduan ini akan membuat grafit yang dihasilkan berbentuk bulat atau nodular yang mempunyai derajat konsentrasi tegangan yang kecil. Besi tuang nodular bisa diperoleh dengan memberikan perlakuan khusus yaitu dengan penambahan magnesium sesaat sebelum dituang. Grafit yang dihasilkan berbentuk bulat/nodular dan dapat meningkatkan kekuatan besi tuang. Inklusi memiliki kisi-kisi kubik seperti MgS, Mg2Si, dan MgO dapat membentuk grafit bulat pada besi tuang. Grafit bulat tumbuh pada inti dengan bentuk khusus dalam struktur kristalografi [8].

Pemanfaatan *Slag* dan *Tailing* untuk Material

Limbah *slag* di P.T X telah digunakan secara internal sebagai pondasi jalan, *yard base* dan material kontruksi beton di lokasi internal P.T X. Selain itu juga digunakan sebagai pengganti agregat (pasir dan kerikil). Saat ini PT. X juga menggunakan perpaduan pemanfaatan *slag* dan *fly ash bottom ash* (FABA) untuk pemanfaatan sebagai material kontruksi. Pada tahun 2020, P.T X memanfaatkan kembali 193.873 *dry metric ton* (dtm) *tailing* atau 61,74% dari total limbah *tailing* yang dihasilkan sebesar 314.017dtm. pengendalian dari *slag* ini selain sebagai limbah yang dapat mencemari lingkungan, juga bisa digunakan sebagai agregat beton, pengerasan jalan tambang, dll. Hal ini juga bisa mencegah resiko pencemaran lingkungan dan bisa mengurangi atau meminimalisir penumpukan limbah *slag* ditempat pembuangan [10].

Pemanfaatan Limbah Slag Untuk Kontruksi Jalan

Kriteria penggunaan yang terukur sangat penting untuk pemanfaatan berbagai *slag* secara penuh. Kriteria yang dikembangkan untuk penggunaan slag sebagai material granular dan sebagai agregat dalam matriks terbatas dapat diandalkan dan praktis digunakan. Untuk menggunakan *slag* secara benar dalam konstruksi jalan raya dan memastikan penggunaannya secara teknis tahan lama, langkah-langkah dalam memanfaatkan limbah *slag* sebagai agreget dalam kontuksi jalan meliputi: (i) pilih kriteria yang tepat untuk penggunaan tertentu; (ii) lakukan pengujian laboratorium yang relevan untuk mengukur sampel yang diberikan; (iii) tentukan kegunaan berdasarkan kriteria yang relevan; (iv) lakukan kontrol kualitas lapangan; dan (v) pantau kinerja jangka panjang, yang sama dengan penggunaan bahan alam normal. Dalam karya tulis ini, memungkinkan untuk menguraikan filosofi panduan penggunaan slag dan memberikan contoh yang cukup rinci berdasarkan penggunaan slag nikel sebagai tanah rekayasa, subbase granular, dan agregat aspal panas selama proyek rekonstruksi dan perluasan Jalan Duarte di Republik Dominika. Harapannya, persyaratan untuk pengukuran penuh *slag* spesifik dan evaluasi yang cermat untuk penggunaan yang dimaksudkan telah

diindikasikan dengan jelas bersama dengan tujuan pembangunan berkelanjutan untuk memanfaatkan seluruh rentang penggunaan potensial, terutama yang bersifat semen [11].

KESIMPULAN

Limbah *slag* nikel yang dihasilkan dari pengolahan biji nikel pada PT. X digunakan oleh masyarakat sebagai bahan timbunan pantai padahal limbah slag nikel termasuk limbah B3 yang artinya mengandung bahan berbahaya dan beracun sehingga apabila digunakan sebagai timbunan pantai bisa menyebabkan orang yang mandi di pantai tersebut terkena kanker kulit. Slag ini, setelah melalui proses penggerusan, dapat memiliki berbagai ukuran dan komposisi yang diperlukan dalam penelitian. Meskipun *slag* mengandung berbagai senyawa kimia, tetapi penelitian menunjukkan bahwa unsur magnesium (Mg) dalam *slag* dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kekuatan besi tuang. PT. X telah mengambil langkah-langkah untuk memanfaatkan kembali limbah slag dan tailing secara internal, seperti digunakan sebagai pondasi jalan, *yard base*, dan material konstruksi beton. Pemanfaatan *slag* dan tailing ini dianggap dapat memberikan nilai tambah sambil mengurangi risiko pencemaran lingkungan dan mengurangi penumpukan limbah. Selain itu, limbah *slag* nikel juga dapat dimanfaatkan sebagai sebagai agreget dalam kontuksi jalan. Untuk memastikan keberlanjutan penggunaan *slag* dalam konstruksi jalan, diperlukan langkah-langkah seperti pemilihan kriteria yang sesuai, pengujian laboratorium, kontrol kualitas lapangan, dan pemantauan kinerja jangka panjang. Contoh penggunaan *slag* nikel yaitu dalam proyek rekonstruksi dan perluasan Jalan Duarte di Republik Dominika. Penggunaan *slag* dalam konstruksi jalan dapat menjadi langkah yang berkelanjutan dan berpotensi memberikan manfaat bagi lingkungan dan ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Reno Fitriyanti, "Pertambangan Batubara Dampak Lingkungan, Sosial Dan Ekonomi," *J. Redoks Tek. Kim.*, vol. Volume 1, no. Pertambangan Batubara : Dampak Lingkungan, Sosial dan Ekonomi, pp. 34–40, 2016.

[2] E. Oktarinasari, M.Yusuf, and T. Arief, "Kajian Pengelolaan Limbah B3 Hasil Dari Kegiatan Pertambangan Batubara," *J. Pertamb.*, vol. 3, no. 4, pp. 52–58, 2019, [Online]. Available: https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/mining

[3] "Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.," *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 85, no. 1, pp. 2071–2079, 2014.

[4] K. K. Pavitasari and F. U. Najicha, "Pertanggungjawaban Pihak Ketiga Jasa Pengolah Limbah B3 dalam Mengelola Limbah B3," *Tanjungpura Law J.*, vol. 6, no. 1, p. 78, 2022, doi: 10.26418/tlj.v6i1.47471.

[5] D. I. Ahmad and Rahmah, "Studi Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di Kawasan Pelabuhan Batu bara (Studi Kasus : PT X di Sumatera Selatan)," *J. Sci. Technol. Virtual Cult.*, vol. 2, no. 2, pp. 225–231, 2022.

[6] M. Marshus, H. Ibrahim, R. Karim, and J. Nide, "Pengendalian Dampak Limbah Pabrik (Slag) Pada Pengolahan Bijih Nikel Menjadi Nikel Pig Iron (Npi) di PT. Fajar Bakti Lintas Nusantara Kecamatan Pulau Gebe Kabupaten Halmahera Tengah Propinsi Maluku Utara," *J. Tambang Umum*, vol. 2, no. 1, pp. 34–38, 2019.

[7] "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.," □□□□□□□ □□□□, vol. 2, no. 5, p. 255, 2009, [Online]. Available: ???

[8] E. Laratika, *PEMANFAATAN SLAG NIKEL LIMBAH PENGOLAHAN NIKEL PT. ANTAM POMALAA SEBAGAI BAHAN PADUAN BESI COR (FeC)*, vol. 120, no. 1. 2018. [Online]. Available: http://www.uib.no/sites/w3.uib.no/files/attachments/1._ahmed-affective_economies_0.pdf%0Ahttp://www.laviedesidees.fr/Vers-une-anthropologie-critique.html%0Ahttp://www.cairn.info.lama.univ-amu.fr/resume.php?ID_ARTICLE=CEA_202_0563%5Cnhttp://www.cairn.info.lama

[9] D. L. Aditya, "Problematika Pertambangan PT. Antam Pomala Tbk Pada Lingkungan dan Kondisi Masyarakat.," *Hubungan Peran Keluarga,Peran Petugas Kesehatan,Dan Sikap Wanita Usia*

Subur Terhadap Rendahnya Kunjungan Pemeriksaan Inspeksi Visual Asam Asetat (Iva) Di Puskesmas Gerunggang Kota Pangkalpinang, vol. 2. pp. 1555–1565, 2022.

[10] "PT Aneka Tambang Tbk Laporan Keberlanjutan 2020 Sustainability Report," pp. 160–169, 2020.

[11] G. Wang and R. Thompson, "Slag use in highway construction - the philosophy and technology of its utilization," *Int. J. Pavement Res. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 97–103, 2011.