PROSIDING, Seminar Teknologi Kebumian dan Kelautan (SEMITAN II)
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya (ITATS), Indonesia, 12 Juli 2020
ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

Penerapan Konsep *Waste Hierarchy* Pada Kegiatan Pengolahan Bijih Tembaga-Emas PT. Freeport Indonesia di Mimika Papua

Mycelia Paradise[1], Nurkhamim[2]

[1][2]Magister Teknik Pertambangan UPN "Veteran" Yogyakarta

Email: myceliaparadise@gmail.com[1] nurkhamim@upnyk.ac.id[2]

ABSTRAK

Kegiatan penambangan dan pengolahan mineral banyak menghasilkan limbah, berupa limbah padat, cair, gas maupun limbah berbahaya dan beracun (B3). Pengolahan bijih tembaga di PT. Freeport Indonesia menghasilkan limbah berupa tailing yang mengandung beberapa unsur logam berat yang mempunyai sifat toksik. Apabila limbah tidak dikelola maka akan berdampak buruk terhadap kualitas lingkungan, kesehatan manusia dan reputasi perusahaan yang berdampak pada penjualan produk atau keuntungan perusahaan. Oleh karena itu perlu diterapkan prinsip *waste hierarchy* dimana limbah dapat diminimalisasi, digunakan kembali untuk pemanfaatan lain, dan didaur-ulang. PT. Freeport Indonesia telah menerapkan pengelolaan limbah berdasar prinsip *wate hierarchy*, diantaranya yaitu *reduce, reuse, recycle, reprocess,* dan *downcycle.*

Kata kunci: limbah, *waste hierarchy*

ABSTRACT

Mining and minerals processing activities produce a lot of waste: solid, liquid, gas and toxic waste. Copper ore processing in PT. Freeport Indonesia produces tailing containing heavy metal elements with toxic characteristic. Unmanaged waste will give a negative impact to the environment, human health and company's reputation which affect company profits. Therefore it is necessary to apply the principle of waste hierarchy to minimize waste negative impact to the environment. PT. Freeport Indonesia has implemented waste management based on the principle of waste hierarchy: reduce, reuse, recycle, reprocess, and downcycle.

Keywords: waste, waste hierarchy

LATAR BELAKANG

Terbitnya UU No. 32 tahun 2009 sebagai peraturan dasar dari kegiatan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup yang menyebutkan bahwa perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup adalah upaya yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup serta mencegah terjadinya pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan adalah masuknya komponen lain ke dalam lingkungan hidup yang diakibatkan oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan. Baku mutu lingkungan hidup meliputi baku mutu air, baku mutu air limbah, baku mutu udara ambien, baku mutu emisi, baku mutu gangguan, dan baku mutu lain sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan & teknologi (Pasal 20). Beberapa peraturan terkait pengelolaan limbah yaitu PP No. 101 tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun, PERMEN LH No. 30 tahun 2009 tentang Tata Laksana Perijinan Pengawasan Pengelolaan Limbah Serta Pengawasan Pemulihan akibat Pencemaran Limbah B3 oleh Pemda, dan KEPMEN LH No. 142 tahun 2003 tentang Pedoman Mengenai Syarat dan Tata Cara Perijinan Serta Pedoman Kajian Pembuangan Air Limbah ke Air atau Sumber Air. Adapun pengelolaan limbah untuk pertambangan bijih emas dan tembaga harus sesuai dengan KEPMEN LH No. 202 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan Kegiatan Pertambangan Bijih Emas dan Tembaga. Bagi pemegang IUP atau IUPK Operasi produksi yang tidak mematuhi aturan dapat dikenakan sanksi administratif oleh Menteri atau Gubernur sesuai dengan kewenangannya berupa peringatan tertulis, penghentian sementara kegiatan usaha, atau pencabutan izin. Kegiatan pengolahan bijih tembaga menghasilkan limbah utama berupa tailing yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, tailing perlu ditangani secara tepat.

Di daerah tropis, tingginya tingkat pelapukan kimiawi dan aktivitas biokimia akan menunjang percepatan mobilisasi unsur-unsur yang berpotensi racun (Herman, 2006 dalam Nuriadi, 2013). Berbagai jenis logam yang dijumpai pada tailing hasil pengolahan bijih tembaga antara lain arsen (As), merkuri (Hg), timbal (Pb), kadmium (Cd) dan tembaga (Cu). Unsur ini merupakan salah satu hasil

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

sampingan dari proses pengolahan bijih logam non-besi terutama emas atau tembaga, yang mempunyai sifat sangat beracun dengan dampak merusak lingkungan (Callahan, dkk, 2006 dalam Nuriadi, 2013). Tailing mengandung logam berat yang berpotensi merusak lingkungan. Apabila logam berat masuk ke perairan dapat meracuni biota air terutama hewan yang bernafas dengan insang. Ketika manusia mengonsumsi makanan yang terpapar logam berat, maka akan berdampak pada kesehatan seperti keracunan. Kandungan logam berat dalam tailing juga bisa meracuni organisme produsen primer perairan misalnya tanaman dan ganggang, yang berperan penting dalam rantai makanan. Apabila tailing masuk ke perairan laut akan menyebabkan rusaknya ekosistem dasar laut. Hal ini karena tailing menutupi terumbu karang dan hewan dasar laut, sehingga menyebabkan kerusakan terumbu karang berdampak pada terganggunya fungsi terumbu sebagai gudang plasma nutfah dan tempat pemijahan berbagai hewan laut, serta pelindung dan tempat hidup ikan-ikan kecil.

Apabila limbah tidak dikelola maka akan berdampak buruk bagi lingkungan berupa degradasi kualitas lingkungan, kesehatan manusia dan menurunnya reputasi perusahaan yang berdampak pada penjualan produk atau keuntungan perusahaan. Oleh karena itu perlu diterapkan prinsip *waste hierarchy* dimana limbah dapat diminimalisasi, digunakan kembali untuk pemanfaatan lain dan didaur-ulang. *Waste hierarchy* adalah konsep mengenai pengelolaan limbah dan tindakannya sebagai dasar untuk mengembangkan berbagai strategi pengelolaan limbah. Tujuan penerapan *waste hierarchy* adalah untuk memperoleh manfaat tertinggi dari suatu produk dan meminimalisir limbah serendah mungkin.

DASAR TEORI

Pengertian Limbah

Limbah adalah hasil sisa suatu proses produksi yang tidak bernilai ekonomis. Pengertian limbah menurut kamus besar Bahasa Indonesia adalah benda yang tidak bernilai dan tidak berharga atau sisa proses produksi. Sedangkan menurut Peraturan Pemerintah No. 101 tahun 2014 mengartikan bahwa limbah adalah sisa suatu usaha atau kegiatan. Limbah berbeda dengan sampah, sampah cenderung dianggap sebagai sisa hasil buangan yang banyak dijumpai pada kegiatan rumah tangga. Sedangkan limbah adalah sisa hasil buangan dari kegiatan industri. Jadi limbah adalah sisa atau buangan yang dihasilkan oleh kegiatan individu maupun kelompok yang tidak bernilai ekonomis, sehingga perlu pengelolaan khusus saat proses pembuangannya.

Limbah berdasarkan bentuknya dibagi menjadi 4 yaitu :

1. limbah cair
2. limbah padat
3. limbah gas
4. limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun).

Sedangkan berdasarkan karakteristiknya limbah dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Limbah fisik berupa zat padat, bau, suhu, warna, dan kekeruhan yang banyak ditemui pada buangan di sungai.
2. Limbah kimia berupa bahan organik, beberapa senyawa kimia berbahaya, dan logam berat.
3. Limbah dengan karakteristik biologi yaitu dimana pada limbah tersebut digunakan indikator berupa bakteri e-coli. Bakteri ini hidup dalam kotoran manusia dan hewan yang bisa ditemukan juga dalam limbah yang dianggap membahayakan dan mencemari.

Limbah yang biasanya dihasilkan oleh industri yaitu : Limbah Cair. Limbah ini berbentuk cair dan biasanya dibuang begitu saja yaitu Limbah Padat. Limbah padat yang dihasilkan oleh industri biasanya berupa padatan berbentuk lumpur, bubur, atau yang masih padat.

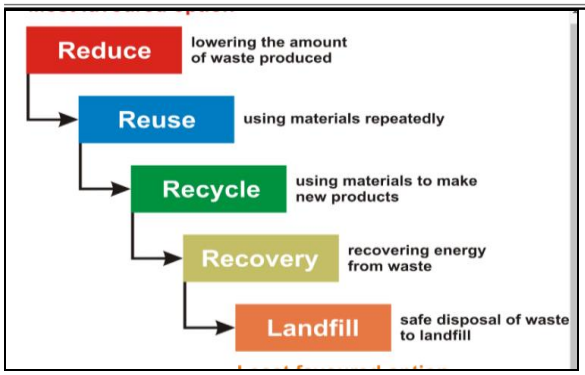
Limbah gas yang sering dijumpai adalah pada kegiatan industri pabrik yang melakukan proses pembakaran. Sehingga menghasilkan uap air yang keluar melalui cerobong-cerobong. Limbah gas sangat berbahaya bagi lingkungan karena dapat mengganggu pernafasan dan berpengaruh pada penipisan lapisan ozon sehingga mengakibatkan pemanasan global.

Konsep Pengelolaan Limbah Sesuai dengan *Waste Hierarchy*

Konsep pengelolaan limbah sesuai *waste hierarchy* adalah konsep strategi pengelolaan limbah yang bertujuan untuk menghasilkan jumlah maksimum produk bermanfaat dari limbah yang tersedia. *Waste hierarchy* banyak digunakan oleh pemerintah, industri, pendidik dan kelompok lingkungan sebagai prinsip panduan untuk kebijakan dan program pengelolaan limbah.

Konsep pengelolaan limbah berdasar prinsip *waste hierarchy* digambarkan seperti pada gambar 1 berikut:

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020



Gambar 1: Waste hierrachy

Reduce

Reduce yaitu mengurangi limbah atau pemakaian sumber daya. Dengan cara ini, maka dampak lingkungan yang timbul akan dapat diminimalisir. Selain itu, pengurangan penggunaan sumber daya akan berdampak pada penghematan sumberdaya secara efektif.

Reuse

Reuse yaitu penggunaan kembali limbah yang ada. Hal ini merupakan strategi pengelolaan limbah yang efektif. Proses ini membantu dalam meminimalkan jumlah limbah yang dihasilkan sebagai produk akhir, menghemat sumber daya alam dan mengurangi biaya produksi

Recycle

Recycle yaitu pendaur-ulangan limbah menjadi suatu produk baru. Hal ini mampu mencegah polusi dan menghemat energi.

Recovery energy

Recovery energy atau konversi limbah menjadi energi yaitu limbah yang tidak dapat didaur ulang dikonversi menjadi bentuk energi yang dapat digunakan seperti panas, cahaya dan listrik sehingga berdampak positif yaitu penghematan energi. Hal ini dilakukan melalui beberapa cara yaitu pirolisasi, gasifikasi, pembakaran, dan lain-lain.

Disposal and Treatment (Landfill)

Landfill yaitu penimbunan limbah. Hal ini menjadi pilihan terakhir ketika limbah sudah tidak dapat digunakan lagi. Meski begitu, penimbunan limbah tidak dilakukan begitu saja, harus sesuai dengan peraturan yang ada sehingga mengurangi dampak lingkungan yag akan ditimbulkan.

Implementasi *waste hierarchy* mempertimbangkan beberapa prinsip utama, diantaranya (John, 2003):

1. *Reduction* harus selalu menjadi pilihan utama, karena menghindari pembuangan dan terkait dengan efisiensi penggunaan sumber daya.
2. R*ecovery* harus bertujuan untuk memaksimalkan nilai Lingkungan (*Embodied Environmental Value* atau EEV). keberlanjutan pengolahan limbah harus bertujuan untuk menghilangkan limbah melalui daur-ulang dengan sistem siklus tertutup dengan memaksimalkan nilai bahan
3. Pemilihan opsi *recovery* harus mempertimbangkan dampak keberlanjutan yang lebih luas dari masing-masing teknologi, tidak hanya dampaknya pada limbah, namun juga dampak lingkungan lain yang ditimbulkan misalnya gas rumah kaca, dampak ekonomi dan dampak sosial.

HASIL

Limbah Hasil Penambangan dan Pengolahan Bijih Tembaga

Limbah yang dihasilkan PTFI yaitu limbah cair, limbah padat (wadah bekas, aki bekas, ban bekas, dll), dan limbah B3. Limbah yang banyak dihasilkan oleh kegiatan tambang PT Freeport Indonesia (PTFI) di Papua adalah pasir sisa tambang (Sirsat) yang biasanya disebut tailing. Tailing yaitu pasir sisa dari hasil proses pengolahan batuan bijih di pabrik pengolahan. Pengolahan bijih tembaga di PT. Freeport Indonesia menggunakan teknik flotasi. Pabrik pengolahan menghasilkan konsentrat tembaga dan emas dari bijih yang ditambang dengan proses pemisahan mineral berharga dari pengotornya yang dilakukan dengan beberapa cara yaitu penghancuran (*crushing)*, penggilingan *(milling)*, pengapungan (*flotation)*, dan pengeringan (*dewatering)*. *Crushing* dan *milling* mengubah ukuran bijih menjadi ukuran pasir halus untuk melepaskan butiran mengandung tembaga dan emas. flotasi merupakan proses pemiahan untuk menghasilkan konsentrat tembaga emas. Bubur konsentrat (*slurry*) yang terdiri dari bijih yang sudah halus (hasil gilingan) dan air dicampur reagen kemudian dimasukkan kedalam tangki pengaduk yang disebut sel flotasi, dimana penambahan udara dipompakan kedalam slurry. PTFI menggunakan reagen kapur pembuih (frother) dan kolektor. Setelah pembuih membentuk gelembung yang stabil, akan mengapung ke permukaan sel flotasi dan disebut sebagai buih. Ketika Reagen kolektor bereaksi dengan permukaan partikel mineral sulfida logam berharga maka permukaan tersebut akan menolak air (bersifat hydrophobic). Selanjutnya butiran mineral sulfida yang bersifat hydrophobic tersebut menempel pada

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

gelembung udara yang terangkat dari slurry kedalam buih yang mengapung di permukaan. Sel buih yang bermuatan mineral berharga tersebut seperti buih deterjen berwarna metalik meluap dari bibir atas mesin flotasi kedalam palung (*launders*) yang berfungsi sebagai tempat pengumpulan mineral berharga yang disebut konsentrat. Selanjutnya Konsentrat dipompa ke Portsite melalui empat jaringan pipa slurry sepanjang 115 km, kemudian konsentrat ini dikeringkan sampai kandungannya hanya 9% air dan kemudian dikapalkan untuk dijual.

Kegiatan pengolahan tersebut menghasilkan pasir yang tak bernilai ekonomis di dasar sel flotasi terakhir sebagai limbah yang disebut tailing. Komposisi utama tailing PT. Freeport Indonesia adalah clay, kuarsa, magnesium, oksida besi dan logam sulfida (PTFI, 2006)

Pengelolaan Limbah

Jika tailing tidak dikelola dengan baik akan berpotensi sebagai pencemar lingkungan. PTFI menggunakan sistem pengelolaan tailing yang terkendali via aliran sungai yang mengangkut tailing ke suatu daerah yang ditetapkan di zona dataran rendah dan pesisiran, yang disebut sebagai *Modified Akjwa Deposition Area* (Mod ADA). Cara tersebut dipilih karena PTFI memiliki topografi istimewa tapak dan curah hujan tahunan yang melebihi 10 meter di beberapa lokasi. Daerah endapan ModADA merupakan bagian dari bantaran genangan sungai dan merupakan sistem yang direkayasa, dikelola untuk pengendapan dan pengendalian tailing. Sistem pengelolaan ini dijalankan dibawah rencana pengelolaan tailing komprehensif PTFI dan disetujui oleh Pemerintah Indonesia. Sistem pengel;olaan tailing ini melibatkan pembangunan struktur penampung lateral, atau tanggul untuk daerah pengendapan. Tanggul-tanggul tersebut diperluas dan secara menerus dilakukan perbaikan sistem, termasuk pemeriksaan, pemantauan, dan pembangunan fisik untuk meminimalkan resiko yang mungkin terjadi.

Salah satu pengelolaan tailing yang berhasil dilakukan oleh PTFI adalah pemanfaatan tailing untuk media reklamasi di Sungai Ajkwa. PTFI telah berhasil memanfaatkan tailing sebagai media reklamasi untuk beberapa tanaman, diantaranya yaitu tanaman *ficus* dari famili *moraseae*. Jenis tanaman banyak dijumpai di area suksesi alami lahan tailing. Selai itu PTFI telah berhasil melakukan penanaman vegetasi peritis yaitu rumput yag merupakan spesies asli daerah tersebut, tanaman palawija, dan tanaman pangan misalnya melon, nanas, dan pisang. Komposisi tailing umumnya serupa dengan batuan atau tanah yang ada di rona awal. Oleh karena itu, tailing memungkinkan untuk ditumbuhi vegetasi jika dilakukan penambahan nutrisi tanah. Tailing yang diendapkan di (ModADA) milik PTFI berupa gerusan halus batuan alami yang merupakan sisa pengolahan bijih.

Selain sebagai media reklamasi, tailing didaur ulang sebagai bahan campuran beton untuk pembangunan prasarana lokal baik di PTFI maupun di PEMDA Papua dan PEMDA Mimika seperti Jalan Trans-Nabire, kantor pemerintahan kabupaten Mimika, Jalan dan jembatan Pomako, lapangan parkir gedung pertemuan Eme Neme Yauware Timika, dll. PTFI telah memanfaatkan 1,1 juta ton tailing untuk pembangunan infrastruktur. Tailing yang digunakan untuk campuran beton ini biasanya disebut beton sirsat, yang memiliki beberapa kelebihan yaitu *High Performance Concrete*, tahan air tawar, air laut & hujan asam, murah karena biayanya hanya setengah dari biaya beton biasa, dan aman karena rendahnya konsentrasi lindian (*leaching*).

Selain itu, PTFI telah menerapkan prinsip 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*) dalam pengelolaan sirsat (tailing). Tailing yang dihasilkan oleh pabrik pengolahan dikirim kembali ke tambang bawah tanah, dimana tailing dicampur dengan semen dan digunakan kembali untuk mengisi lubang-lubang yang telah ditambang.

Selain pengelolaan tailing, pengelolaan limbah yang dilakukan perusahaan terkait kegiatan penambangan dan pengolahan diantaranya yaitu pengurangan limbah dan penggantian bahan dengan produk ramah lingkungan, penggunaan kembali wadah besar, ampas minyak, kertas dan ban bekas secara lokal dengan cara yang ramah lingkungan, dan pendaur-ulangan logam dan baterai bekas. Bagian aki bekas yang masih bisa digunakan akan didaur ulang dan dimanfaatkan kembali, sementara bagian aki bekas yang sudah tidak bisa dimanfaatkan kembali akan dikirim ke pihak ketiga. Oli bekas yang dikumpulkan dari bengkel-bengkel di area kerja PTFI, dimanfaatkan sebagai campuran bahan bakar alternatif di Pabrik Pabrik Kapur Mahaka dan Pabrik Pengering konsentrat di Portsite.

Perusahaan tidak menghasilkan limbah B3 dari kegiatan utama penambangan dan pengolahan bijih. Limbah B3 umumnya dihasilkan dari kegiatan pendukung seperti perbengkelan, rumah sakit, pergudangan, dan lain-lain. Perusahaan selalu memantau kegiatan pengelolaan limbah khususnya dari proses pengangkutan dari rantai pasokan, penyimpanan di gudang, penggunaan hingga pengelolaan bekas pakai. Beberapa tahapan yang dilalui dalam pengelolaan limbah diantaranya yaitu

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

meminta izin penyimpanan sementara limbah B3 yang dikeluarkan oleh Kantor Lingkungan Hidup setempat, menyimpan limbah B3 selama 90 hari sesuai peraturan pemerintah, dan mengirim limbah B3 ke tempat pengelolaan limbah B3 yang sudah mempunyai izin dari Kementerian Lingkungan Hidup.

PEMBAHASAN

Penggunaan Teknologi Pengolahan Yang Ramah Lingkungan

PT. Freeport Indonesia menerapkan penambangan dan pengolahan yang ramah lingkungan dengan menerapkan berbagai cara untuk meminimalkan dampak negatif dari kegiatan operasi perusahaan. Di seluruh kegiatan pertambangan, dampak perubahan bentang alam baik yang terjadi di dataran tinggi, dataran rendah maupun di muara sungai tidak dapat dihindarkan. Pada titik di mana kegiatan minimisasi dampak sulit dilakukan, perusahaan menerapkan tindakan kompensasi untuk mengatasi dampak lingkungan dan sosial yang terjadi. Selain upaya pengelolaan lingkungan hidup sesuai dengan regulasi, perusahaan juga berinisiatif melakukan konservasi untuk melestarikan kekayaan keanekaragaman hayati Papua. Agar pengelolaan lingkungan yang perusahaan lakukan selalu terdokumentasi, konsisten, terarah dan berkelanjutan, maka perusahaan juga telah menerapkan standar internasional untuk Sistem Manajemen Lingkungan (SML) yang mengacu kepada standar ISO 14001.

Implementasi pengelolaan dan pemantauan lingkungan merupakan salah satu wujud komitmen lingkungan perusahaan. Pada tahun 2012, perusahaan telah melakukan banyak kegiatan berkaitan lingkungan antara lain: pengelolaan kemantapan lereng daerah tambang dan timbunan batuan penutup, melakukan upaya pencegahan dan pengendalian air asam, pengelolaan tailing di ModADA yang sudah sesuai AMDAL dan pengendalian kestabilan geokimia tailing yang diendapkan di ModADA. Sampai saat ini, PTFI secara umum terus memenuhi persyaratan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 431 Tahun 2008 tentang Persyaratan Pengelolaan Sirsat Freeport Indonesia di ModADA. Pengelolaan limbah padat, limbah cair maupun limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) juga telah sesuai dengan prosedur dan peraturan perundangan yang berlaku.

Sumber energi langsung perusahaan untuk kegiatan seluruh operasional adalah Bahan Bakar Minyak (BBM) yaitu solar, oli bekas dan bensin. Minyak solar merupakan bahan bakar utama hampir pada semua kegiatan di daerah kerja perusahaan. Sedangkan untuk pemakaian energi tidak langsung di wilayah perusahaan adalah untuk keperluan listrik kantor pusat dan kantor perwakilan di Jayapura. Energi listrik untuk kedua kantor ini dipasok oleh Perusahaan Listrik Negara. Perusahaan secara aktif mengikuti, menerapkan dan beralih pada perkembangan teknologi yang lebih produktif, ramah lingkungan, efektif dan efisien, serta ikut berperan mengembangkan sumber energi alternatif melalui berbagai prakarsa yang telah dilakukan di daerah operasi perusahaan dan lingkungan masyarakat setempat.

Kegiatan ramah lingkungan yang telah dilakukan PTFI dapat terlihat dari jumlah emisi yang timbul pada mesin pembangkit, kendaraan pengangkutan serta mesin penunjang operasi pertambangan yang secara keseluruhan mengalami penurunan. Komponen utama dari emisi langsung berkaitan dengan peralatan pertambangan, kendaraan pengangkutan, mesin dalam ruang penyimpanan serta mesin pendingin dalam fasilitas pemukiman, pelabuhan dan bandara. Dalam jangka pendek, perusahaan memfokuskan diri pada perbaikan efisiensi pengoperasian armada truk pengangkut sebagai cara untuk mengurangi emisi langsung. Prosedur pemeliharaan, pencegahan dan pengawasan dilaksanakan sesuai dengan persyaratan izin. Perushaan mencatumkan klausul yang menyatakan penghentian setiap Bahan Perusak Ozon (BPO) sejak 1998. Target lain yang tercapai adalah sebagian besar aplikasi Chlorofluorocarbon (CFC) pada sistem peralatan yang besar seperti pada mesin pendingin, mesin pembeku, bus, truk, perahu, peralatan berat dan sistem pendingin pada ruangan besar yang telah digantikan dengan produk-produk non-BPO. Sistem Halon pada unit pemadam kebakaran telah digantikan dengan sistem non-Halon pada Mei 2001. Selain itu, PTFI telah menghentikan pembelian produk yang dirancang-bangun menggunakan BPO

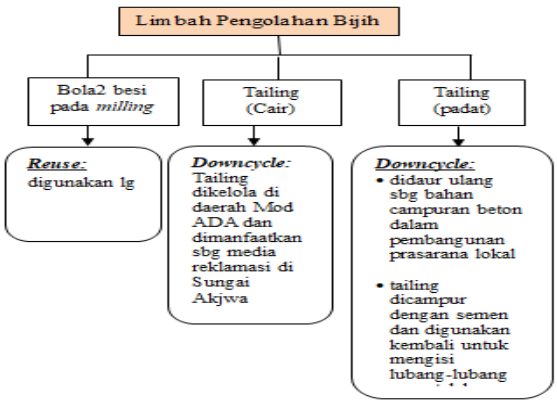
PTFI melalui Departemen Lingkungan Hidup telah mengembangkan sebuah proyek biodiesel di MP 21. Biodiesel merupakan bahan bakar yang terbarukan karena dapat dibuat kapan saja dari bahan dasar minyak nabati maupun hewani. Biodiesel ini bersifat ramah lingkungan karena nilai emisi yang dihasilkan sangat rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Dengan tidak adanya kandungan Sulfur dalam biodiesel maka tidak akan terbentuk emisi Sulfur Dioksida (SO_2) dari gas hasil pembakaran bahan bakar. Dengan berkembangnya teknologi, saat ini hampir seluruh pabrik otomotif telah menyesuaikan kondisi mesin mobil yang diproduksi untuk dapat menggunakan biodiesel sebagai alternatif bahan

ISSN 2686-0651
Vol. 2, No. 1, Juli 2020

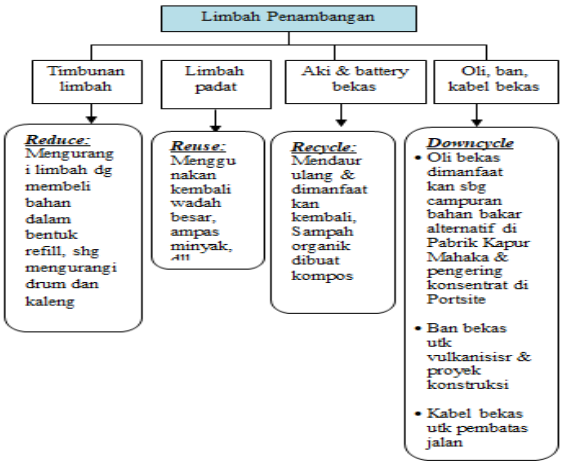
bakar sehingga pemanfaatan biodiesel sebagai bahan bakar semakin meningkat. Sejak tahun 2010, Departemen Lingkungan Hidup telah merintis proyek biodiesel yang menggunakan minyak goreng bekas atau minyak jelantah yang dihasilkan dari dapur tempat makan karyawan (*Mess halls*) dan dari perumahan karyawan di Jobsite menjadi biodiesel. Biodiesel yang dihasilkan selalu dimonitor dan dijaga kualitasnya sesuai dengan standar yang berlaku sebelum digunakan. Dari hasil uji coba penggunaan biodiesel yang telah dilakukan lebih dari satu tahun terhadap 10 kendaraan operasional, tidak ditemukan perubahan yang signifikan dari performa mesin yang menggunakan biodiesel tersebut. Saat ini di area kerja perusahaan, 50 unit mobil telah menggunakan bahan bakar biodiesel dan jumlah ini akan terus ditingkatkan sesuai dengan ketersediaan bahan bakar biodiesel yang ada. Pada tahun 2012, 5.000 liter biodiesel (B100) atau setara dengan 100.000 liter B5 dihasilkan dan telah dimanfaatkan sebagai campuran bahan bakar. Untuk tahun selanjutnya, perusahaan akan meningkatkan kapasitas pabrik pengolahan biodiesel sehingga bisa meningkatkan produksi sampai dengan 24.000 liter biodiesel (B100)/ tahun atau setara dengan 480.000 liter B5, yang akan digunakan sebagai bahan bakar kendaraan operasional perusahaan sampai 100 unit kendaraan. Pada tahun 2012 ini perusahaan telah membentuk gugus tugas penghematan energi, mengidentifikasi 4 proyek utama dan desain kelayakan, menyusun program efisiensi dan konservasi energi 5 tahunan, dan penerapan konservasi energi yang mengacu kepada rekomendasi audit energi.

Penerapan Konsep *Waste Hierarchy*

Penerapan konsep *waste hierarchy* terhadap limbah yang dihasilkan, baik dari kegiatan penambangan maupun pengolahan bijih tembaga-emas di PT. Freeport Indonesia dapat secara ringkas dilihat pada gambar 2 dan 3 berikut:



Gambar 2: Penerapan Konsep Waste Hierarchy Pada Limbah Pengolahan



Gambar 3: Penerapan Konsep Waste Hierarchy Pada Limbah Penambangan

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian yang telah dijabarkan diatas, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengolahan bijih tembaga-emas di PTFI menghasilkan limbah yang sebagian besar berupa tailing/sirsat.
2. Perusahaan telah menerapkan prinsip *waste hierarchy* dalam pengelolaan limbah yaitu *reduce, reuse, recycle, reprocess,* dan *downcycle.*
3. Perusahaan telah menerapkan teknologi pengelolaan limbah yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

Gertsakis, John, and Helen Lewis. (2003). "Sustainability and the waste management hierarchy

Nasir, M, Edy Purwo Saputro, and Sih Handayani. (2016). "Manajemen pengelolaan limbah industri." *Benefit: Jurnal Manajemen dan Bisnis* 19.2: 143-149.

Nugraha, Candra. (2019). Pengelolaan Lingkungan Pertambangan (Bab 1 dari 22 Bab).

Nuriadi, Mery Napitupulu, and Nurdin Rahman. (2013) "Analisis Logam Tembaga (Cu) pada Buangan Limbah Tromol (TAILING) Pertambangan Poboya." *Jurnal Akademika Kimia* 2.2: 90-96.

Sundana, Eka. (2019). Zero Waste Management Index – Sebuah Tinjauan. Creative Research Journal. 5. 55. 10.34147/crj.v5i2.217.

https://www.hierarchystructure.com/waste-management-hierarchy/ diakses 26 April 2020 pukul 12.20 WIB

https://consult.torridge.gov.uk diakses 26 April 2020 pukul 12.20 WIB

https://ptfi.co.id diakses 26 April 2020 pukul 12.20 WIB