

Analisis Jenis dan Karakteristik Limbah B3 dari Industri Smelter Nikel di PT.X

Sah Ahmada Fibra, Eka Wardhani*

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional Bandung

*Koresponden email: eka_w@itenas.ac.id

Diterima: 8 Juni 2024

Disetujui: 15 Juni 2024

Abstract

This research is to analyse the types of characteristics Toxic and Hazardous Waste (THW) from the nickel smelting industry at X Company. The research method uses descriptive analysis by identifying the production process and also identifying the types and characteristics of THW at company generated based on the cause, namely THW category 1 and category 2. Meanwhile, the characteristics of THW that company main and supporting facilities, where these supporting facilities include the nickel smelter production process from start to packaging, and also these supporting facilities include a diesel fuel station, generator room, electric power source, clean water supply station, workshop, warehouse, air compressor, storage (stockpile) for products, temporary slag, office building, dining room, laboratory, nitrogen station, liquid oxygen station and oxygen filling room. The types of THW produced are based on categories, namely Category 1 and Category 2 THW. The characteristics of the THW that X Company produces a lot of are THW with toxic characteristics and a small part of THW with characteristics of flammable liquids and flammable solids.

Keywords: *X company, toxic and hazardous waste, nickel, smelter*

Abstrak

Penelitian untuk melakukan analisa jenis dan karakteristik LB3 dari industri smelter nikel di PT X. Metode penelitian menggunakan analisis deskriptif dengan cara mengidentifikasi proses produksi terhadap jenis dan karakteristik LB3. Berdasarkan PP No 22 Tahun 2021 Lampiran IX. Karakteristik LB3 yang banyak dihasilkan PT X ini yaitu LB3 beracun, cairan mudah menyala, padatan mudah terbakar yang hanya dihasilkan dari fasilitas utama dan pendukung. Fasilitas utama meliputi proses produksi smelter nikel dari awal hingga pengemasan, fasilitas pendukung ini meliputi stasiun bahan bakar diesel (*generator*), ruang *generator*, *power supply*, sistem penyediaan air bersih, *workshop*, *warehouse*, *air compressor*, *stockpile slag storage*, perkantoran, ruang makan, laboratorium, stasiun nitrogen, oksigen cair, dan ruang pengisian oksigen. Jenis LB3 yang dihasilkan berdasarkan kategorinya yaitu kategori 1 dan 2. Karakteristik LB3 yang banyak dihasilkan PT X yaitu LB3 beracun, mudah menyala, dan padatan mudah terbakar. Jumlah LB3 yang dihasilkan 1.710.592 kg/bulan. *Gypsum* merupakan LB3 yang paling banyak dihasilkan mencapai 1.710.000 kg/bulan. Proses penggunaan kembali *gypsum* diperlukan untuk mengurangi timbulan LB3 tersebut.

Kata Kunci: *PT. X, LB3, nikel, smelter*

1. Pendahuluan

PT X merupakan perusahaan yang berencana untuk mengolah bahan baku bijih nikel (*nickel ore*) dengan kapasitas produksi *nickel matte* sebesar 27.800 MT /tahun. Teknologi *Rotary Kiln Electric Furnace* (RKEF) digunakan di industri ini dengan kapasitas 2 x 48 MVA. Rencana pembangunan yang akan dilakukan mencakup fasilitas utama dan fasilitas pendukung. Fasilitas utama untuk proses pengolahan dan pemurnian nikel ini adalah *Main Smelter Area* (area pabrik pengolahan dan pemurnian), dan Terminal Untuk Kepentingan Sendiri (TUKS) dengan kedalaman ±15 meter dan struktur tiang pancang baja (*sheet pile*), kapasitas 80.000 DWT untuk satu kapal kargo curah dan 10.000 DWT untuk tongkang yang berfungsi sebagai media transportasi baik bahan baku yang akan diolah dan produk yang nantinya akan dikapalkan. Limbah yang dihasilkan dari semua proses tersebut, limbah ini berupa limbah B3 dan Non B3 [10].

Menurut Undang-undang Nomor 32 tahun 2009 mengenai Perlindungan Lingkungan hidup, LB3 adalah produk sisa dan kegiatan yang menggunakan B3. LB3 harus dari ditangani sebaik mungkin awal terbentuk sampai pemusnahan karena sifatnya yang berpengaruh negatif pada kesehatan manusia, kesehatan dan lingkungan hidup sekitar [4]. Berdasarkan hal tersebut diperlukan upaya pengelolaan LB3

sejak dari sumbernya untuk mengurangi efek yang ditimbulkan [11]. Agar LB3 yang dihasilkan PT X dapat dikelola dengan baik dan tidak melanggar peraturan yang berlaku maka perlu dilakukan klasifikasi LB3 berdasarkan jenis dan karakteristiknya [12].

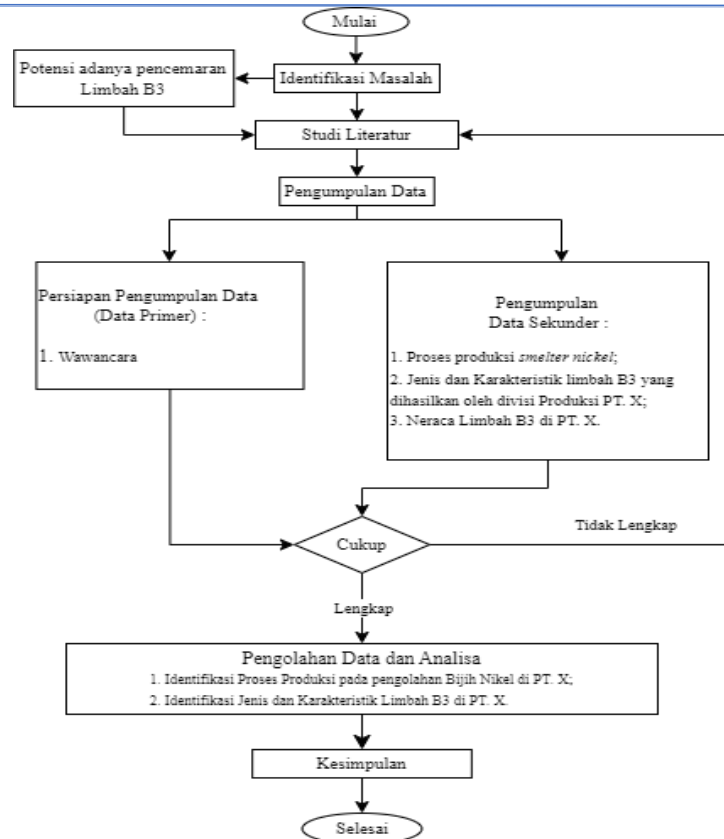
Penelitian mengenai analisis jenis dan karakteristik LB3 telah banyak dilakukan seperti pada industri tekstil, dimana LB3 yang paling banyak dihasilkan yaitu *sludge* IPAL, sisa dan wadah bahan pewarna kain [1], Pabrik kertas dimana LB3 yang dihasilkan lebih beragam dibanding industri tekstil [2], Rumah Sakit menghasilkan LB3 bersifat infeksius dari aktivitas operasi, perawatan baik jalan maupun inap [3], Identifikasi dan Kuantifikasi Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun (LB3) Pada Industri X Di Kota Bandung [4], Industri persenjataan dimana LB3 yang dihasilkan didominasi oleh bahan kimia dan logam berat sisa aktivitas pembuatan senjata [5], Perusahaan Listrik Negara banyak menghasilkan LB3 jenis logam dan pelumas [6], Palang Merah Indonesia Kota Bandung, dimana LB3 yang paling banyak dihasilkan bersifat infeksius khususnya peralatan bekas pengambilan dan pengolahan darah dari pendonor [7]. Perusahaan konstruksi banyak menghasilkan LB3 katagori logam berat [8], Redesain Tempat Penyimpanan Sementara (TPS) Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) Pada Industri Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) PT. X [11], Evaluasi Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di PT. X [12], Analisis Pengelolaan Limbah Berbahaya Dan Beracun (B3) Di PT. X [13], Pengelolaan Limbah B3 Di Rumah Sakit X Kota Batam [14], PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia sama dengan kegiatan di industri persenjataan [15], Industri Batu Bara, LB3 yang paling banyak dihasilkan yaitu abu terbang [16], *Workshop* PT. Purna Baja Harsco menghasilkan LB3 yaitu logam berat dan bahan kimia [17].

Hasil penelitian yang dikaji menunjukkan bahwa pengelolaan LB3 telah dilakukan dengan baik sesuai dengan sumber dan jenis yang dihasilkan dari masing-masing kegiatan. Semua pelaku usaha baik industri maupun rumah sakit patuh terhadap peraturan yang mengatur tentang pengelolaan LB3. Ketersediaan peraturan yang telah lengkap mempermudah pelaku usaha dalam melakukan pengelolaan LB3. Kepatuhan dari pihak perusahaan memegang peranan penting dalam pengelolaan LB3.

Kebaruan penelitian ini dilakukan di pabrik pengolahan Nikel, dimana LB3 yang banyak dihasilkan berupa hasil pengolahan di *smelter* dan fasilitas pendukung dari industri ini. Manfaat penelitian menjadi pengembangan ilmu dalam bidang pengelolaan LB3 khususnya di bidang pertambangan. LB3 yang telah diolah di berbagai sektor dengan baik akan mempengaruhi kualitas lingkungan dimana kegiatan tersebut berada.

2. Metode Penelitian

Tahapan perencanaan, disajikan pada **Gambar 1** yang menunjukkan bahwa penelitian dimulai dengan penelitian literatur, pengumpulan data, dan pencarian informasi tentang jenis limbah B3 dan karakteristiknya. Metode pengumpulan data ini digunakan untuk mendapatkan informasi yang diperlukan untuk mencapai tujuan penelitian. Data yang dikumpulkan dibagi menjadi dua kategori. Data primer diperoleh secara langsung dari wawancara dengan para informan yang berhubungan dengan pengelolaan limbah B3; data sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan yang dapat dipublikasikan. Data ini terdiri dari gambaran perusahaan, fasilitasnya, dan estimasi timbulan limbah B3. Data ini disusun secara sistematis, yang dikenal sebagai pengolahan data. Ketika data diproses, lampiran IX dari Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Lingkungan Hidup dicocokkan. Lampiran ini mengandung daftar limbah B3 yang telah dikumpulkan serta kode limbah B3. Data yang telah diolah kemudian dianalisa dengan data yang diperoleh.



Gambar 1. Diagram Alir Pengerjaan Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Fasilitas di PT X

Fasilitas utama merupakan fasilitas proses pengolahan dan pemurnian bijih nikel. Proses ini menggunakan tanur pengering, reduksi, listrik dan konverter sulfidasi serta konverter *matte* nikel mentah menjadi nikel *matte*. Secara umum proses operasi smelter mulai dari penerimaan bahan baku hingga pengemasan dan pengiriman terdapat di fasilitas utama [10].

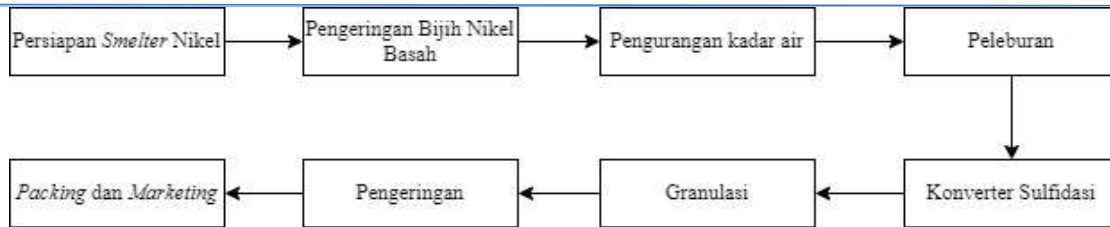
Fasilitas pendukung kegiatan *Smelter* Nikel PT X merupakan sarana penunjang berupa stasiun bahan bakar diesel, *power supply*, sistem penyediaan air bersih, *workshop*, *warehouse*, *air compressor*, *stockpile* untuk produk, *slag* sementara, perkantoran, ruang makan, laboratorium, stasiun nitrogen, stasiun oksigen cair, dan ruang pengisian oksigen [10].

Fasilitas perlindungan lingkungan digunakan untuk mengendalikan dan mengelola timbulan limbah akibat dari kegiatan *Smelter* Nikel. Fasilitas perlindungan lingkungan di antaranya adalah cerobong (*stack*), *Water Treatment Plant* (WTP), *Sewage Treatment Plant* (STP), TPS B3 dan TPS Non B3, serta sarana penanggulangan kebakaran [10].

TUKS akan digunakan sebagai sarana mobilisasi peralatan dan material serta bongkar muat untuk bahan baku bijih nikel, batubara, batuan silika, dan lainnya untuk kebutuhan smelter (bahan baku dan produk dari kapal ke pabrik melalui TUKS atau sebaliknya akan ditampung pada *loading barge* di TUKS kemudian ditransfer ke lokasi penyimpanan (*stockpile*) sebelum digunakan dalam unit pengolahan) [10].

3.2. Identifikasi Proses Produksi

Pemurnian dan pengolahan nikel PT X melalui proses pirometalurgi yang terdiri dari penyaringan dan pemecahan, pengeringan, reduksi-kalsinasi, peleburan, pemurnian, dan granulasi. Kegiatan produksi ini menghasilkan beberapa jenis limbah non-B3 dan juga LB3 yang nantinya akan dipilah dan diproses dengan cara yang berbeda (Gambar 2) [10].



Gambar 2. Alur Proses Pengolahan Nikel PT X
Sumber: [10]

Proses Smelter Nikel dimulai dari tahapan penerimaan bahan baku utama (bijih nikel) dan bahan baku penunjang lainnya melalui TUKS yang kemudian diangkut menggunakan truk, lalu ditempatkan pada tempat penyimpanan/*stockpile*. Bahan baku nikel dan/atau batubara yang digunakan dijaga kelembapannya $\pm 34\%$. Selanjutnya bijih nikel dipecahkan menjadi ukuran < 50 mm dengan 2 unit *impact crusher* [10].

Bijih nikel yang telah dihaluskan dengan target ukuran < 50 mm menggunakan *roller crusher*, akan dikeringkan pada tanur pengering untuk mengurangi kandungan air. Terdapat 2 buah tanur pengering dengan ukuran $\text{Ø}5.5 \times 50$ m pada fasilitas *main drying plant* yang menggunakan batubara (*pulverized coal*) sebagai sumber energinya. Hasil dari proses ini adalah bijih setengah kering dengan kandungan air 20-22% [10].

Bijih setengah kering yang merupakan produk dari proses pengeringan akan diproses lebih lanjut di tanur reduksi. Pada proses ini terdapat 2 unit tanur reduksi dengan diameter 5,5 m dan panjang 110 m dengan temperature operasi 750°C - 850°C . Bijih setengah kering, batubara dan aglomerat debu akan dicampur dan dimasukkan ke dalam tanur reduksi. Di dalam tanur reduksi semua campuran ini akan mengalami pembakaran sehingga kandungan air mencapai 0%. Produk dari proses di tanur reduksi biasa disebut dengan kalsin [10].

Kalsin yang dihasilkan tanur reduksi kemudian dimasukkan ke dalam tanur listrik dengan menggunakan kalsin *crane*. Tanur listrik memproses kalsin dengan cara peleburan yang kemudian menghasilkan lapisan pengotor yang biasa disebut sebagai terak (*furnace slag*) dan lapisan produk yang mengandung logam nikel, besi, dan kobalt yang biasa disebut ferronikel mentah (*crude ferronickel*). Ferronikel mentah mengandung nikel 22%, besi 5%, dan kobalt 1-1,5% dan akan diambil 3-4 kali dalam sehari. Ferronikel mentah kemudian digranulasi untuk diproses selanjutnya ke tanur pemurnian, sedangkan cairan kotor dikeluarkan terpisah untuk digranulasi dan dibuang sebagai *slag* [10].

Ferronikel mentah yang telah digranulasi kemudian dimasukkan ke dalam tanur pemurnian sulfidasi. Dalam proses ini, belerang (*Sulphur*) cair ditambahkan untuk membentuk *nickel* (Ni) *matte* setengah jadi. *Ni-Matte* setengah jadi tersebut telah mengandung sulfur namun masih mengandung logam besi yang harus diturunkan kadarnya. *Nickel matte* setengah jadi tersebut selanjutnya diproses ke tanur pemurnian untuk mengurangi kandungan besi dengan meniupkan udara secara berulang. Hasil akhir dari proses ini adalah *nickel matte* cair. Proses desulfurisasi ini, akan menghasilkan *gypsum* pada tower adsorpsi yang kemudian akan dikirimkan ke sistem dehidrasi *gypsum* untuk selanjutnya disaring dari air [10].

Proses granulasi *nickel matte* cair tersebut akan digranulasi membentuk butiran halus menggunakan air bertekanan tinggi. *Nickel matte* yang sudah menjadi butiran halus kemudian dikeringkan dan dilakukan pengemasan ke dalam kantong untuk disimpan dan dipasarkan [10].

3.3. Potensi Limbah yang dihasilkan

Kegiatan produksi yang dilaksanakan tentu akan menghasilkan LB3 dan non LB3 (Tabel 1). Kegiatan pada proses produksi yang menimbulkan limbah diantaranya adalah kegiatan persiapan *smelter* nikel, pengeringan bijih nikel basah, pengurangan kadar air, peleburan, konverter sulfidasi, granulasi, serta pengeringan. Kegiatan yang memproduksi limbah terbanyak adalah konverter sulfidasi yaitu limbah SOx, NOx, debu, *slag*, *gypsum*, limbah cair. Sebagian besar limbah yang dihasilkan berupa SOx, NOx, dan debu yang dihasilkan dari 7 kegiatan. SOx, NOx, dan debu merupakan pencemar udara yang diatur keberadaannya di ruang kerja dan udara ambien dalam PP 22 tahun 2021. Konsentrasi ketiga senyawa tersebut tidak boleh melebihi baku mutu yang ditentukan.

Tabel 1. Potensi Limbah Proses Produksi

Kegiatan	Limbah
Persiapan <i>Smelter</i> nikel	Debu
Pengeringan Bijih Nikel Basah	SO _x , NO _x , Debu
Pengurangan Kadar Air	SO _x , NO _x , Debu
Peleburan	SO _x , NO _x , Debu, Slag
Konverter Sulfidasi	SO _x , NO _x , Debu, <i>Slag</i> , <i>Gypsum</i> , Limbah Cair
Granulasi	Debu dan Limbah Cair
Pengeringan	SO _x dan Debu
Packing dan Marketing	-

Sumber: [10]

3.4. Identifikasi Jenis dan Karakteristik LB3

Menurut PP No 22 Tahun 2021, limbah B3 terbagi menjadi dua kategori: kategori 1 memiliki efek akut (cepat atau tiba-tiba) dan langsung terhadap manusia dan lingkungan hidup; kategori 2 memiliki efek tidak akut (tunda) dan memiliki efek tidak langsung terhadap manusia dan lingkungan hidup. Toksisitas jenis ini biasanya bersifat jangka panjang atau sub-kronis [9].

Jenis limbah B3 juga dapat dibedakan berdasarkan sumbernya: (1) Limbah B3 dari sumber tidak spesifik adalah limbah B3 yang biasanya tidak berasal dari proses utamanya, tetapi berasal dari kegiatan seperti pencucian, perawatan alat, pelarutan kerak, pengemasan, dan pencegahan atau inhibitor korosi korosi; (2) Limbah B3 dari B3 kedaluwarsa, B3 yang tumpah, B3 yang tidak memenuhi spesifikasi produk yang akan dibuang, dan bekas kemasan B3; (3) Limbah B3 dari sumber spesifik merupakan Limbah B3 sisa proses suatu industri atau kegiatan yang secara spesifik dapat ditentukan [9].

Tabel 2. LB3 Kategori 1 PT X

No.	Nama	Sumber	Karakteristik	Kode
1.	<i>Sludge</i>	Fasilitas Pendukung dan <i>Jetty</i>	Beracun	A315-1
2.	Aki/baterai bekas	Gedung Perkantoran	Korosif	A102d
3.	Limbah dari laboratorium yang mengandung B3	Laboratorium	Beracun, Cairan Mudah Menyala	A106d
4.	Bahan kimia kedaluwarsa	Laboratorium , <i>workshop, maintenance</i>	Beracun	A338-1
5.	<i>Refrigerant</i> bekas	<i>Workshop, maintenance</i>	Beracun	A111d
6.	Limbah Terkontaminasi B3	Laboratorium, <i>workshop, maintenance</i>	Beracun	A108d
7.	Produk farmasi kedaluwarsa	Gedung Perkantoran (P3K)	Beracun	A337-2

Sumber: [10]

1. *Sludge* yang dimaksud ini merupakan *sludge* yang dihasilkan dari pemeliharaan alat berat seperti *crusher* dan juga *sludge oil* dari boiler, dan juga penggunaan genset. Limbah ini tidak boleh disimpan di tempat terbuka tanpa pengelolaan lebih lanjut. Harus segera dikemas dalam wadah khusus supaya tidak terecer;
2. Limbah aki bekas atau baterai bekas dihasilkan dari kegiatan penggunaan mesin generator yang digunakan jika terjadi mati Listrik. Aki bekas termasuk ke dalam LB3 tidak spesifik. Aki bekas yang dibuang begitu saja dan terkena panas matahari membuat zat kimia akan terurai dan mencemari udara.
3. LB3 dari laboratorium ini biasanya dihasilkan dari bahan kimia di laboratorium dan air bekas cucian alat laboratorium. Bahan kimia kadaluarsa serta kemasan bahan kimia menjadi sumber utama LB3 dari aktivitas ini
4. Bahan kimia kedaluwarsa biasanya ditemukan di laboratorium, limbah yang biasanya dihasilkan berupa bahan kimia untuk proses pengolahan air limbah seperti Al₂SO₄, Kaporit dll.
5. *Refrigerant* bekas dihasilkan dari *maintenance air cooler* (AC), kulkas, dan alat pendingin lainnya [12].
6. Limbah terkontaminasi B3 merupakan limbah yang sudah terkontaminasi oleh bahan-bahan yang mengandung B3 seperti benda yang terkena tumpahan bahan kimia kedaluwarsa.
7. Produk farmasi kedaluwarsa, biasanya dihasilkan dari fasilitas pelayanan kesehatan yang berada di kawasan industri, limbah ini dapat berupa obat-obatan yang sudah kedaluwarsa.

Tabel 3 menyajikan LB3 kategori 2 yang dihasilkan PT X. Terdapat 5 jenis LB3 beracun yaitu *gypsum*, filter bekas, limbah elektronik, *toner* bekas, dan kemasan bekas LB3. Kelima jenis LB3 tersebut bersumber dari fasilitas utama, perkantoran, *workshop*, laboratorium, dan *maintenance*. Terdapat juga LB3 cairan mudah menyala yaitu minyak pelumas bekas serta LB3 padatan mudah terbakar yaitu kain majun bekas. Kedua jenis LB3 tersebut bersumber dari *workshop* dan *maintenance*.

Tabel 3. LB3 Kategori 1 PT X

No.	Nama	Sumber	Karakteristik	Kode
1.	<i>Gypsum</i>	Fasilitas Utama	Beracun	B414
2.	Filter bekas	Fasilitas Utama	Beracun	B109d
3.	Limbah elektronik	Gedung Perkantoran, <i>workshop, maintenance</i>	Beracun	B107d
4.	<i>Toner</i> Bekas	Gedung Perkantoran	Beracun	B353-1
5.	Kemasan bekas B3	Laboratorium , <i>workshop, maintenance</i>	Beracun	B104d
6.	Minyak pelumas bekas	<i>Workshop, maintenance</i>	Cairan Mudah Menyala	B105d
7.	Kain majun bekas	<i>Workshop, maintenance</i>	Padatan Mudah Terbakar	B110d

Sumber: Hasil pengolahan data dan [10]

1. *Gypsum* merupakan LB3 yang dihasilkan dari proses desulfurisasi di fasilitas utama, Padatan *gypsum* ini akan disimpan pada penyimpanan sementara untuk dimanfaatkan kembali dalam sistem dan sisanya disimpan di TPS.
2. Filter bekas ini merupakan LB3 yang dihasilkan dari fasilitas pengendalian udara seperti *baghouse filter, dust bin, electrostatic precipitator* (ESP) dan *multicyclone*, debu-debu yang ditangkap ini berasal dari proses produksi.
3. Limbah elektronik ini dihasilkan dari fasilitas pendukung seperti gedung perkantoran. Limbah elektronik ini dikatakan LB3 karena mengandung bahan merkuri di dalamnya di mana jika terjadi pecahan maka akan berbahaya bagi kesehatan manusia [14].
4. *Toner* bekas dihasilkan di fasilitas perkantoran yang menggunakan mesin fotokopi dan *printer*
5. Limbah kemasan bekas B3 dihasilkan oleh PT X dari penggunaan kemasan bahan baku dan bahan penolong yang bersifat B3.
6. Minyak pelumas bekas dihasilkan dari pengoperasian alat-alat berat, sehingga hal tersebut berpotensi timbulnya limbah.
7. Kain Majun Bekas, limbah ini dihasilkan dari proses pemeliharaan alat seperti minyak pelumas atau oli bekas. Kain majun digunakan sebagai media untuk pembersihan tumpahan oli pemeliharaan.

Estimasi limbah yang akan dihasilkan oleh PT X disajikan pada **Tabel 4**. Jenis LB3 yang paling banyak dihasilkan dari kegiatan produksi di PT X adalah *gypsum* dengan estimasi sebanyak 20.520 ton/tahun atau 1.710.000 kg/bulan. Sedangkan jenis LB3 yang paling sedikit dihasilkan adalah *toner* bekas dan produk farmasi kadaluwarsa dengan estimasi sebanyak 0,1 ton/tahun atau 8,3 kg/bulan.

Tabel 4. Estimasi LB3 PT X

No.	Nama	Estimasi (Ton/ Tahun)	Estimasi (Kg/ Bulan)
1.	<i>Gypsum</i>	20.520	1.710.000
2.	<i>Sludge</i>	0,5	41,7
3.	Filter Bekas	1	83,3
4.	Aki/baterai bekas	0,5	41,7
5.	Limbah elektronik	0,5	41,7
6.	<i>Toner</i> Bekas	0,1	8,3
7.	Limbah dari laboratorium yang mengandung B3	0,5	41,7
8.	Bahan kimia kadaluwarsa	0,2	16,7
9.	Kemasan bekas B3	0,2	16,7
10.	Minyak pelumas bekas	1	83,3
11.	Kain majun bekas (<i>used rags</i>) dan yang sejenis	0,5	41,7
12.	<i>Refrigerant</i> bekas	1	83,3
13.	Limbah Terknotaminasi B3	1	83,3
14.	Produk farmasi kadaluwarsa	0,1	8,3
Total			1.710.592

Sumber: Hasil pengolahan data dan [10]

4. Kesimpulan

Fasilitas yang menghasilkan LB3 hanya fasilitas utama dan fasilitas pendukung, fasilitas utama ini meliputi proses produksi *smelter* dari proses persiapan *smelter* nikel, pengeringan bijih nikel basah, pengurangan kadar air, peleburan, konverter sulfidasi, granulasi, pengeringan, *packing*, dan *marketing*, dari semua proses produksi ini yang paling banyak menghasilkan LB3 yaitu pada proses konverter sulfidasi yang menghasilkan *gypsum* sebesar 1.710.000 Kg/bulan. Fasilitas pendukung menghasilkan limbah terbanyak dari *workshop* dan *maintenance* sebesar 83.3 Kg/bulan untuk refrigerant bekas, limbah terkontaminasi B3, dan *sludge*.

5. Daftar Pustaka

- [1] E Wardhani, D Salsabila (2021) Analisis Sistem Pengelolaan LB3 Di Industri Tekstil Kabupaten Bandung Rekrayasa Hijau: *Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan 5* (1), 15-26
- [2] E Wardhani, R Rosmeiliyana (2020) Identifikasi Timbulan dan Analisis Pengelolaan LB3 di Pabrik Kertas PT X *Jurnal Serambi Engineering 5* (3)
- [3] E Wardhani, FA Kamil (2020) Pengelolaan LB3 di Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Padjadjaran Kota Bandung *Jurnal Serambi Engineering 5* (4)
- [4] E Wardhani, AP Triatmaja (2021) Identifikasi dan Kuantifikasi Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun (LB3) Pada Industri X Di Kota Bandung *Serambi Engineering 6* (3), 2128-2134
- [5] E Wardhani, N Lisnawati (2023) Evaluasi Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun di TPS Industri Persenjataan *Jurnal Serambi Engineering 8* (3)
- [6] E Wardhani, MV Rafianto (2021) Pengelolaan LB3 di Perusahaan Listrik Negara PUSHARLIS UP2 WIII Bandung Rekrayasa Hijau: *Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan 5* (3), 267-280
- [7] E Wardhani, SA Fibra (2023) Evaluasi Pengelolaan Limbah Padat Medis di Palang Merah Indonesia Cabang Kota Bandung *Jurnal Serambi Engineering 8* (3)
- [8] Felicia, D. (2023). Studi Analisis Pengelolaan LB3 Di PT Wijaya Karya Industri Dan Konstruksi Pabrik PPC.
- [9] Peraturan Pemerintah Indonesia (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun, Lampiran IX. Jakarta. Indonesia.
- [10] PT X. (2023). *Profil Perusahaan PT. X*
- [11] SA Fajriyah, E Wardhani (2020) Evaluasi Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) di PT. X *Jurnal Serambi Engineering 5* (1)
- [12] SS Siddik, E Wardhani (2020) Pengelolaan LB3 Di Rumah Sakit X Kota Batam *Jurnal Serambi Engineering 5* (1)
- [13] Syafrudin, S. (2010). Penerapan Pengelolaan LB3 Di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 7(2), 62-70.
- [14] Wardhani, E., Nastiti, K. Z Irmansyah, A. (2023) Evaluation of toxic and hazardous waste management in coal mining company heavy equipment workshop IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science* This link is disabled., 2023, 1239(1), 012028
- [15] Wisdayana, Risza, Frebhika Sri Puji Pangesti, and Ade Ariesmayana. (2022). "Redesain Tempat Penyimpanan Sementara LB3 di Workshop PT. Purna Baja Harsco." *Jurnal Serambi Engineering 7*.(2).