

# Rancangan SOP Penyimpanan Material Limbah Produksi Menggunakan Metode *First Waste First Out* Pada Divisi Infrastruktur Perhubungan PT. Pindad Persero

Natabita Ayum Adiyuna\*, Nenden Kostini, Nurillah Jamil Achmawati Novel

Bisnis Logistik, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Jawa Barat

\*Koresponden email: natabita21001@mail.unpad.ac.id

Diterima: 26 Desember 2024

Disetujui: 31 Desember 2024

## Abstract

PT Pindad (Persero) is a manufacturing company engaged in the production of defence equipment. In the production process, PT Pindad (Persero) generates various types of waste such as slag, scrap, tap and flash. The management of these wastes is carried out through the remanufacturing process in the Support Department of the Transportation Infrastructure Division. However, irregularities in the storage and distribution of waste cause accumulation, waste of space and operational obstacles. This research proposes the creation of a waste storage SOP using the First Waste First Out (FWFO) method as a solution to waste storage and distribution management. FWFO is the author's design, adapted from the FIFO (First In First Out) method, designed to accelerate waste turnover, prevent quality degradation such as corrosion of metals, and improve operational efficiency. The research was conducted using a qualitative method with primary data sources from interviews with the head of the smelting section and the head of the warehouse, and secondary data sources from literature and previous reports. It is expected that the draft SOP for waste storage using the first waste first out method will effectively reduce the accumulation of waste, maximise the use of waste according to specifications, and improve the efficiency of storage and reprocessing at PT Pindad.

**Keywords:** *production waste, waste management, standard operating procedures*

## Abstrak

PT Pindad (Persero) merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak dalam produksi peralatan pertahanan. Dalam proses produksinya, PT Pindad (Persero) menghasilkan berbagai jenis limbah, seperti slag, scrap, tap dan flash. Pengelolaan limbah ini dilakukan melalui proses remanufaktur di Departemen Support Divisi Infrastruktur Perhubungan. Namun, ketidakteraturan dalam penyimpanan dan penyaluran limbah menyebabkan penumpukan, pemborosan ruang, dan hambatan operasional. Penelitian ini mengusulkan pembuatan SOP Penyimpanan material limbah menggunakan metode First Waste First Out (FWFO) sebagai solusi dalam manajemen penyimpanan dan penyaluran limbah. FWFO merupakan rancangan penulis yang diadaptasi dari metode FIFO (First In First Out) yang dirancang untuk mempercepat perputaran limbah, mencegah penurunan kualitas seperti korosi pada logam, serta meningkatkan efisiensi operasional. Penelitian dilakukan menggunakan metode kualitatif dengan sumber data primer dari wawancara dengan kepala bagian peleburan dan kepala gudang, serta sumber data sekunder dari literatur dan laporan terdahulu. Diharapkan rancangan SOP Penyimpanan limbah menggunakan metode first waste first out efektif mengurangi penumpukan, memaksimalkan penggunaan limbah sesuai spesifikasi, dan meningkatkan efisiensi penyimpanan serta remanufaktur di PT Pindad.

**Kata Kunci:** *limbah produksi, manajemen limbah, standar operasional prosedur*

## 1. Pendahuluan

Sektor manufaktur berperan penting dalam perekonomian negara, akan tetapi sektor manufaktur juga berdampak pada kerusakan lingkungan melalui limbah yang dihasilkan. Selama tahun 2022, sebanyak 81,87 juta ton limbah B3 telah dihasilkan dari pertambangan, energi, minyak dan gas, industri manufaktur, agroindustri, dan limbah medis di Indonesia. Selanjutnya, kira-kira. Sebanyak 60,58 juta ton ( $\pm 74\%$ ) telah dikelola melalui pemanfaatan, pembakaran dan/atau penimbunan. Sedangkan limbah non B3 termasuk *fly ash* dan *bottom ash* yang dihasilkan dari PLTU, *slag* yang dihasilkan dari peleburan mencapai 11,28 juta ton. Dengan jumlah tersebut, 53% dikelola oleh produsen sendiri sedangkan sisanya dikelola oleh pihak ketiga (Widiyanto, 2023).

Salah satu upaya yang dapat digunakan dalam penanganan limbah produksi manufaktur adalah dengan mengelola kembali limbah produksi atau bahan sampingan lainnya guna menambah masa umur pakai material, kegiatan tersebut dapat disebut remanufaktur. Remanufaktur adalah proses industri yang mengubah produk bekas menjadi kondisi seperti baru (kualitas, fungsionalitas, dan garansi yang sama dengan produk baru) (Giutini & Gaudette, 2003) melalui proses seperti pembongkaran, pembersihan, inspeksi, perbaikan, penggantian, dan pemasangan kembali. Remanufaktur sangat penting untuk mewujudkan industri manufaktur yang hemat sumber daya dan ekonomi sirkular (Matsumoto dkk., 2016). Remanufaktur berperan penting dalam meningkatkan sistem tanggung jawab produsen yang berkelanjutan seperti pemulihan fungsi limbah, memperpanjang umur material dan menciptakan nilai baru produk. Remanufaktur sangat erat kaitannya dengan konsep *reverse logistics*.

*Reverse logistics* adalah sebuah pendekatan yang dapat diterapkan oleh sektor manufaktur untuk mengatasi limbah dan sumber daya tak terbarukan. *Reverse logistics* bertujuan untuk menghasilkan nilai tambah dari limbah yang dihasilkan selama fase produksi dan mengatasi dampak lingkungan. Peran RL pada dasarnya adalah proses pengangkutan produk limbah dari konsumen kembali ke tempat produksi untuk diproses ulang menjadi barang yang lebih berguna. Perlakuan umum terhadap produk limbah ini adalah daur ulang, pembuangan, dll. Meskipun *reverse logistics* dapat menyelesaikan masalah limbah manufaktur, akan tetapi implementasi RL masih sangat minim karena beberapa factor menghambat kinerjanya diantaranya memakan waktu dan tenaga (Wardani dkk., 2022). Pada hakikatnya, reverse logistics dan remanufaktur merupakan cara untuk mencapai ekonomi sirkular dengan menyiasati dan memanajemen limbah yang ada.

PT Pindad/Perindustrian Angkatan Darat (Persero) adalah perusahaan yang bergerak di bidang produksi manufaktur peralatan pertahanan. Perusahaan ini memproduksi senjata, kendaraan khusus, dan mesin industrial. PT. Pindad secara mandiri memproduksi komoditas bisnisnya sendiri dengan baku dari berbagai supplier tetap. PT. Pindad (Persero) bandung memiliki beberapa departemen yang memproduksi komoditas bisnis salah satunya adalah departemen infrastruktur perhubungan. Divisi Infrastruktur Perhubungan dibagi kembali menjadi 5 Departemen yaitu Departemen Support, Departemen Peralatan Pelabuhan dan Bandara, Departemen Prasarana Kereta Api (Praska), Departemen Sarana Kereta Api (Sarka) dan Departemen Tabung [1]. Masing-masing departemen memproduksi komoditas bisnis sesuai dengan spesialisasi divisi. Kegiatan produksi dari masing-masing divisi menghasilkan berbagai limbah selama proses produksi, baik yang dapat di daur ulang maupun tidak. Terdapat 4 jenis limbah produksi yaitu *slag*, *scrap*, *tap* dan *flash*. Pada pelaksanaannya, PT. Pindad (Persero) telah melakukan kegiatan remanufaktur untuk mengelola produk limbah melalui Departemen Support bagian peleburan Divisi Infrastruktur Perhubungan.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan bersama kepala bagian peleburan 1 Departemen Support Divisi Infrastruktur Perhubungan, didapatkan informasi bahwa tidak semua material limbah dapat diproduksi melalui proses peleburan, hal ini berkaitan dengan petunjuk teknis produksi yang memuat ketentuan material dan kriteria komposisi unsur kimia material bahan baku. Apabila limbah produksi masuk ke dalam kriteria material di petunjuk teknis produksi, maka material tersebut dapat digunakan. Akan tetapi jika material limbah tidak masuk kriteria produksi, perlakuan limbah akan disesuaikan dengan kondisi limbah tersebut. Misalnya, scrap baja yang dapat didaur ulang harus memiliki komposisi kimia Si <0,25%, Mn <0,5%, P <0,05%, S <0,01%, dan Cr <0,01%. Jika komposisi kimia limbah melebihi standar, limbah tidak dapat digunakan. Namun, jika komposisi kimia kurang dari standar, masih memungkinkan untuk digunakan dengan penambahan zat tambahan aktif. Oleh karena itu, sebelum masuk ke bagian peleburan, limbah harus disortir dan diuji menggunakan alat spectrogram.

Pelaksanaan manajemen limbah produksi di Divisi Infrastruktur Perhubungan PT. Pindad (Persero) menghadapi beberapa kendala. Material limbah seperti *slag*, *scrap*, *tap*, *flash* terus meningkat seiring meningkatnya produksi dan digunakan kembali melalui proses remanufaktur di Departemen Peleburan. Saat ini, banyak limbah dikirim ke bagian peleburan tanpa proses sortir dan uji kelayakan, menyebabkan penumpukan, pemborosan ruang, dan menghambat remanufaktur.

Masalah utama meliputi:

1. Limbah tidak disortir dan diuji sebelum dikirim, menyebabkan tim peleburan harus bekerja dua kali.
2. Tidak ada sistem manajemen penyimpanan limbah yang terorganisir, sehingga limbah disimpan secara acak.
3. Minimnya data jumlah dan kategori limbah, yang menyulitkan perencanaan penggunaan kembali.
4. Kegiatan penyortiran merupakan tahapan penting dalam mengelola limbah.

Kegiatan penyortiran merupakan tahapan penting dalam mengelola limbah. Menurut Lee dkk (2024) tujuan penyortiran limbah dalam konteks *recycling* material limbah industry adalah untuk meningkatkan homogenitas material, mengurangi *downcycling* dan meningkatkan fleksibilitas dalam penggunaan material [2]. Penyortiran juga bertujuan untuk meningkatkan konsistensi dan kualitas produk akhir dengan cara mengelompokkan bahan baku [3].

Sebagai solusi, penulis mengusulkan pembuatan SOP penyimpanan dan penyaluran limbah. Tujuan utama penyusunan SOP adalah untuk memberikan pedoman kerja yang sistematis sehingga aktivitas perusahaan dapat terkontrol dengan baik [4] dan menciptakan komitmen mengenai apa yang dikerjakan oleh perusahaan untuk mewujudkan *good governance* [5]

Dalam perancangan tata cara penyimpanan dan penyaluran limbah, penulis menggunakan metode *First Waste First Out* (FWFO). Metode tersebut merupakan hasil modifikasi penulis yang didasari oleh metode *First In First Out* dan metode *first waste first out*. SOP penyimpanan dan penyaluran limbah meliputi proses penyortiran, pengelolaan ulang dan proses remanufaktur limbah produksi. Metode ini bertujuan mempercepat perputaran limbah, mengefisiensi penyimpanan, dan mempermudah pencatatan, sehingga limbah dapat digunakan secara maksimal dan mengurangi permasalahan penyimpanan.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini berbentuk kajian terapan yang menggunakan metode kualitatif. Adapun metode kualitatif menurut Bog dan dan Taylor dalam Hermawan I S.Ag.,M.Pd.I (2019) merupakan sebuah prosedur penelitian yang dapat menghasilkan data bersifat deskriptif berupa penjelasan tertulis maupun tidak tertulis dari orang-orang yang berkaitan dengan objek dan juga perilaku yang peneliti amati [6]. Penelitian kualitatif memandang obyek sebagai sesuatu yang dinamis, hasil konstruksi pemikiran dan interpretasi terhadap gejala yang diamati, serta utuh (holistic) karena setiap aspek dari obyek itu mempunyai satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan [7].

Sumber data yang digunakan melibatkan sumber data primer dan sumber data sekunder. Kumpulan dari sumber data penelitian digunakan sebagai dasar penarikan kesimpulan kajian terapan

1. Sumber data primer pada kajian terapan ini berupa hasil wawancara dengan kepala gudang, operator divisi peleburan, jumlah limbah dan material sampingan produksi khususnya material *scrap*, *tap* dan *flash*
2. Sumber data sekunder pada kajian terapan ini berupa kajian literatur pendukung penelitian, laporan terdahulu dan sumber kepustakaan.

Heryana (2018) dalam artikelnya “Informan dan Pemilihan Informan dalam Penelitian Kualitatif” menuliskan bahwa informan adalah subyek penelitian yang dapat memberikan informasi mengenai fenomena/permasalahan yang diangkat dalam penelitian [8]. Dalam kajian terapan ini, informan penelitian sebagai berikut :

**Tabel 1.** Informan Penelitian

No	Posisi atau Jabatan	Jumlah	Alasan	Kategori Informan
1.	Kepala Bagian Peleburan Departemen Support Divisi Infrastruktur Perhubungan	1	Sebagai pihak yang bertanggung jawab atas seluruh aktivitas pergudangan termasuk manajemen penyimpanan, manajemen pengelolaan dan keluar masuk barang.	Informan Kunci
2.	Kepala Gudang Divisi Infrastruktur Perhubungan	1	Sebagai pihak yang menangani pengolahan limbah produksi untuk diproduksi kembali menjadi barang jadi	Informan Utama

## 3. Hasil dan Pembahasan

PT Pindad (Persero) telah menerapkan konsep *reverse logistics* dalam lini produksi bisnisnya. Kondisi ini tercermin pada kegiatan pemanfaatan limbah melalui kegiatan peleburan dan penggunaan material limbah sebagai bahan baku produksi komoditas bisnis. Peleburan limbah dilakukan di bagian peleburan departemen support divisi infrastruktur perhubungan. Berdasarkan hasil wawancara dengan kepala bagian peleburan 1 didapatkan informasi bahwa limbah yang dilebur berasal dari pembelian dan limbah hasil produksi di berbagai divisi maupun departemen PT. Pindad (Persero).

Limbah hasil pembelian berupa *scrap* baja bekas otomotif yang didapatkan dari vendor maupun penjual lepas yang menyediakan *scrap* baja bekas otomotif. Limbah hasil produksi berasal dari kegiatan produksi di berbagai divisi maupun departemen PT. Pindad (Persero) yang secara aktif menghasilkan limbah produksi berupa *scrap*, *tap*, *flash* dan produk *reject* yang akan digunakan kembali melalui proses peleburan di bawah Departemen Support Divisi Infrastruktur Perhubungan. Akan tetapi, tidak semua limbah dapat diproduksi oleh bagian peleburan Departemen Support Divisi Infrastruktur Perhubungan PT. Pindad (Persero). Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan bersama kepala bagian peleburan 1 departemen support divisi infrastruktur perhubungan, didapatkan informasi yaitu:

“Tidak semua material limbah dapat diproduksi melalui proses peleburan, hal ini berkaitan dengan petunjuk teknis produksi yang memuat ketentuan material dan kriteria komposisi unsur kimia material bahan baku. Apabila limbah produksi masuk ke dalam kriteria material di petunjuk teknis produksi, maka material tersebut dapat digunakan. Akan tetapi jika material limbah tidak masuk kriteria produksi, perlakuan limbah akan disesuaikan dengan kondisi limbah tersebut”

Dari informasi tersebut, berikut ini merupakan perincian atas perlakuan limbah yang tidak lolos kriteria komposisi kimia adalah sebagai berikut :

1) Komposisi Kimia Melebihi Kriteria Namun Masih Bisa Ditoleransi

Contoh kasus: bagian peleburan ingin membuat produk e-clip rel kereta dari limbah *scrap* sangkur. Berdasarkan petunjuk produksi ketentuan komposisi kimia untuk pemuatan e-clip yaitu carbon 15 %, Mangan 10 % dan fosfor 20% sedangkan limbah *scrap* sangkur memiliki komposisi carbon 17 %, Mangan 10 % dan fosfor 20%. Artinya terdapat selisih 2% pada komposisi limbah. Jika salah satu komposisi kimia melebihi ketentuan petunjuk produksi, maka material limbah masih bisa digunakan dengan menambahkan zat aktif tertentu untuk menetralkan unsur berlebih. Alternatif perlakuan lain yaitu dengan mengurangi kuantitas pemakaian. Kepala bagian peleburan 1 menjelaskan bahwa penggunaan material limbah untuk diolah menjadi produk jadi erat kaitannya dengan syarat komposisi material yang ada pada petunjuk teknis. Hal tersebut karena kesesuaian komposisi zat kimia dalam limbah akan mempengaruhi kualitas produk. Jika komposisi kimia berlebih biasanya akan ditambahkan zat aktif untuk menetralkan unsur berlebih atau mengurangi penggunaan material jenis tersebut. Diperlukan perhitungan yang rumit dan kompleks dalam memilih perlakuan untuk mengatasi material dengan unsur komposisi kimia berlebih

2) Komposisi Kimia Melebihi Kriteria dan Tidak Bisa Ditoleransi

Jika komposisi kimia jauh melebihi standar yang ditentukan, maka material tersebut tidak dapat digunakan dan akan di lelang melalui divisi production, planning and control (PPC). Hal ini selaras dengan yang disampaikan oleh kepala divisi peleburan 1 bahwa limbah yang tidak masuk kriteria akan langsung ditolak masuk ke bagian peleburan dan diarahkan ke bagian PPC untuk dilelang

3) Komposisi kimia material limbah tidak memenuhi kriteria

Perlakuan limbah yang tidak memenuhi kriteria didasarkan pada sumber limbahnya. Jika komposisi kimia material limbah hasil produksi kurang dari standar yang ditentukan maka material tersebut tidak dapat digunakan dan dialihkan ke bagian production, planning and control (PPC) untuk dilelang. Sedangkan untuk limbah yang berasal dari pembelian jika unsur kimianya tidak sesuai dengan kriteria produksi, maka limbah hasil pembelian tersebut akan diretur ke penjual atau vendor.

Syarat limbah hasil produksi berupa *scrap*, *tap*, *flash* dan produk *reject* dapat dilebur yaitu limbah tersebut harus memenuhi standar komposisi kimia yang telah diterapkan. Standar komposisi kimia ini didapatkan dari petunjuk teknis produksi produk yang diminta oleh pelanggan atau petunjuk teknis produksi yang telah ditentukan oleh PT. Pindad (Persero). Hal tersebut berguna untuk menghindari mesin, kontaminasi peralatan, penurunan kekuatan, ketahanan dan ketidakstabilan produk hingga kegagalan produksi.

Terdapat 3 kategori limbah berdasarkan spesifikasi material kimia yang terkandung yaitu sebagai berikut:

1) Limbah yang Memenuhi Spesifikasi Kimia

Limbah ini dapat langsung digunakan dan dilebur kembali menjadi produk jadi. Hal ini karena komposisi kimianya sesuai dengan standar yang diperlukan untuk menghasilkan produk yang diinginkan.

2) Limbah dengan Persentase Lebih dari Spesifikasi

Terdapat 2 perlakuan untuk menggunakan limbah dengan persentase kurang dari spesifikasi. Pertama, Limbah dapat digunakan dengan menambahkan zat aktif lainnya. Hal ini karena komposisi kimianya tidak sepenuhnya memenuhi standar, sehingga perlu dimodifikasi agar sesuai

dengan kebutuhan. Kedua, limbah hanya dipakai beberapa persen dari total kebutuhan produksi produk.

- 3) Limbah dengan Komposisi Kimia Lebih dari yang Ditentukan  
Limbah ini tidak dapat digunakan karena komposisi kimianya melebihi batas yang diizinkan. Kondisi kelebihan komposisi kimia dapat menimbulkan penyumbatan mesin, kontaminasi peralatan, ketidakstabilan produk hingga cacat produk. Limbah dengan komposisi kimia berlebih biasanya akan dilelang ke pihak ketiga.

### **Perbandingan Metode FIFO, FEFO dan FWFO**

Metode FIFO (*First In First Out*) adalah teknik untuk menilai persediaan barang yang masuk pertama adalah barang yang pertama keluar tanpa bergantung pada aliran fisik. Tujuan utama dari manajemen persediaan adalah untuk meningkatkan layanan pelanggan, meningkatkan efisiensi pembelian dan produksi, mengurangi persediaan investasi, dan meningkatkan laba. Pendekatan metode FIFO dapat digunakan untuk meningkatkan pemanfaatan bahan baku dan mengurangi kehilangan bahan baku karena stok kedaluwarsa [9]. Menurut Prasetyo dkk (2021), metode FIFO didasarkan suatu asumsi yang menyatakan bahwa barang yang diterima dahulu dikeluarkan terlebih dahulu. Salah satu manfaat utama dari metode FIFO adalah kesesuaiannya dengan ketepatan *stock* historis [10]. Metode *First In First Out* (FIFO) merupakan salah satu strategi yang sering digunakan dalam logistik dan manajemen persediaan. Prinsip dasar metode ini adalah barang yang pertama kali masuk ke dalam penyimpanan adalah barang yang pertama kali dikeluarkan atau dipasarkan. Metode ini dibuat untuk memastikan bahwa produk yang telah lama disimpan diprioritaskan untuk digunakan atau dijual sebelum produk yang disimpan setelahnya [11].

Metode FEFO (*First Expired First Out*) adalah metode manajemen persediaan yang mengutamakan penggunaan atau penjualan barang-barang yang memiliki tanggal kadaluwarsa lebih dekat terlebih dahulu. Dengan kata lain, barang yang akan segera kadaluwarsa harus digunakan atau dijual lebih dulu dibandingkan dengan barang yang memiliki tanggal kadaluwarsa lebih lama. Prinsip ini bertujuan untuk memastikan bahwa barang-barang dengan masa simpan terbatas tidak terbuang percuma. Menurut beberapa sumber, sistem inventaris FEFO dianggap sebagai metode terbaik untuk mengelola penyimpanan, pasokan, dan penanganan produk yang memiliki masa simpan terbatas, seperti makanan, obat-obatan, atau bahan kimia [12]. Metode *First Expired First Out* (FEFO) merupakan pendekatan dalam manajemen persediaan yang berfokus pada prioritas penggunaan atau distribusi produk berdasarkan tanggal kadaluwarsa. Strategi ini didasarkan pada konsep *dynamic lifetime* atau masa pakai dinamis. Masa pakai dinamis adalah rentang waktu produk disimpan dalam kondisi tertentu, seperti suhu yang terkontrol, hingga produk tersebut mencapai konsumen akhir. Masa pakai dinamis ini menentukan rentang waktu kualitas produk dapat dipertahankan sebelum dinilai tidak layak untuk dikonsumsi [13]. Berikut ini merupakan tabel perbandingan antara metode *first in first out* dan metode *first wate first out* :

**Tabel 2.** Perbandingan Metode FIFO & FEFO

	<b>FIFO</b>	<b>FEFO</b>
Buku rujukan	<i>Warehouse Management A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse</i> [14]	<i>Warehouse Management A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse</i> [14]
Tujuan Kegunaan	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengoptimalkan penggunaan ruang penyimpanan dan manajemen stok untuk produk <i>non-perishable</i>.</li> <li>2. Mencegah produk lama tertinggal dalam stok, memastikan inventaris tetap segar</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mengoptimalkan keamanan dan kualitas produk dengan mencegah produk kadaluwarsa dari penyimpanan.</li> <li>2. Mengurangi pemborosan dengan memastikan produk yang hampir kadaluwarsa digunakan atau dijual terlebih dahulu.</li> </ol>
Tipe barang	Produk dengan karakteristik <i>non-perishable</i> atau barang yang tidak mudah rusak	Produk dengan karakteristik <i>perishable</i> atau barang-barang yang mudah rusak dan memiliki masa kadaluwarsa

Perbedaan secara metode	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Produk yang pertama kali masuk ke dalam penyimpanan adalah yang pertama kali keluar.</li> <li>2. Fokus pada urutan waktu penerimaan produk.</li> <li>3. Digunakan untuk memastikan rotasi stok sehingga produk lama digunakan lebih dulu.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Produk yang memiliki tanggal kedaluwarsa paling awal adalah yang pertama kali keluar.</li> <li>2. Fokus pada masa kedaluwarsa produk.</li> <li>3. Digunakan untuk meminimalkan risiko barang kadaluwarsa yang masih berada di gudang.</li> </ol>
-------------------------	--	--

Secara umum, FIFO menekankan efisiensi operasional berdasarkan urutan masuk dan keluar, sementara FEFO lebih berfokus pada menjaga kualitas dan mengurangi potensi limbah dari barang dengan masa simpan terbatas. Pemilihan metode yang tepat bergantung pada karakteristik produk dan prioritas manajemen persediaan dalam suatu organisasi.

### **Metode First Waste First Out**

Metode *first waste first out* merupakan hasil modifikasi yang dilakukan oleh penulis untuk mengelola penyimpanan limbah produksi berupa *scrap*, *tap*, *flash* dan produk *reject*. Metode *First waste first out* (FWFO) adalah sebuah metode manajemen persediaan yang terinspirasi dan dimodifikasi dari prinsip-prinsip metode FIFO (*First In First Out*) dan FEFO (*First Expired First Out*). FWFO mengkolaborasikan FIFO (*First In First Out*) dan FEFO (*First Expired First Out*) dengan mengutamakan penggunaan atau pengeluaran limbah yang pertama kali masuk ke tempat penyimpanan namun juga memperhatikan tanggal masuk limbah dan memprioritaskan penggunaan limbah yang paling awal dihasilkan untuk menjaga komposisi kimia material. Dalam konteks ini, limbah yang disimpan paling awal harus dikeluarkan terlebih dahulu untuk menjaga kualitasnya dan mencegah penumpukan serta penurunan kualitas akibat suhu, seperti karat pada limbah. Dengan mengadopsi metode FWFO, perusahaan dapat mencapai beberapa tujuan penting dalam manajemen limbah:

- 1) Pengurangan Penumpukan Limbah: dengan mengeluarkan limbah yang pertama kali masuk, FWFO membantu mengurangi penumpukan limbah di tempat penyimpanan. Hal ini penting untuk menjaga efisiensi ruang penyimpanan dan menghindari pemborosan.
- 2) Pemeliharaan Kualitas Limbah: pengeluaran limbah yang lebih cepat memastikan bahwa limbah tidak mengalami degradasi kualitas yang dapat mempengaruhi proses produksi berikutnya. Sebagai contoh, limbah logam yang tidak segera digunakan bisa mengalami oksidasi dan berkarat, sehingga menurunkan nilai dan kualitasnya.
- 3) Efisiensi Operasional: metode FWFO memungkinkan proses remanufaktur atau daur ulang berjalan lebih efisien. Dengan limbah yang siap digunakan dan berkualitas baik, waktu dan biaya yang diperlukan untuk memproses limbah dapat dikurangi.

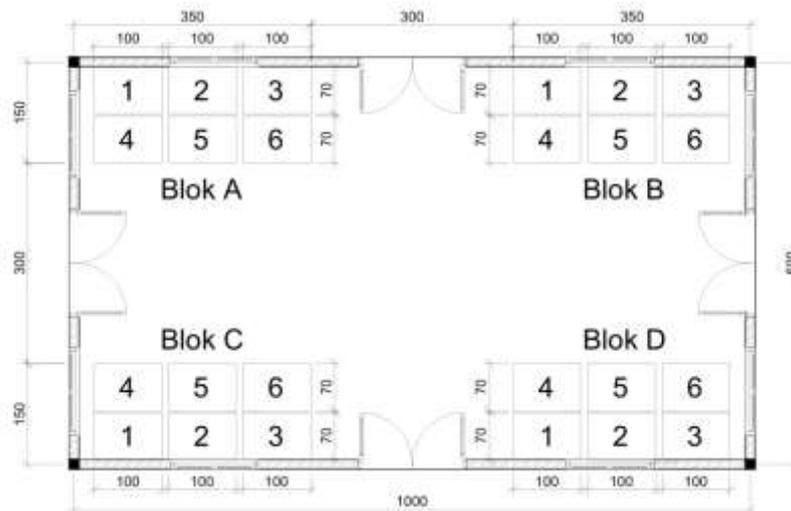
### **Lokasi Penyimpanan Material Limbah**

Lokasi penyimpanan material limbah berada di area peleburan departemen support divisi infrastruktur perhubungan dengan bentuk *open space* atau area penyimpanan ruang terbuka berukuran 10 x 6 m. Hal tersebut sesuai dengan hasil wawancara dan diskusi bersama kepala bagian peleburan untuk merumuskan denah penyimpanan. Lokasi penyimpanan terdiri dari blok penyimpanan A – D dengan masing-masing blok berkapasitas 6 palet tanpa tumpukan dan 24 palet dengan maksimal 4 tumpukan. Total area kapasitas penyimpanan jika terisi full adalah 24 palet box tanpa tumpukan dan 96 palet box dengan max 4 tumpukan. Jarak antara pintu masuk dan pintu keluar dengan blok paling pertama dan jarak antar blok adalah sejauh 3 Meter. Besaran jarak pada area penyimpanan mempertimbangkan ruang gerak manuver *forklift* dalam mengambil dan meletakkan pallet limbah.

Berdasarkan penuturan kepala gudang divisi infrastruktur perhubungan, *forklift* yang dipakai adalah *forklift* dengan lebar muka 1070 cm dan 1240 cm. Lintasan *forklift* pada area penyimpanan limbah seluas 3meter pada setiap blok dapat mencukupi ruang gerak *forklift* dalam berlalu-lalang. Penumpukan dilakukan dengan metode *block stacking*. *Block stacking* merupakan metode penyusunan barang di dalam gudang. Pada metode ini, barang ditumpuk ke arah atas vertikal dan disusun secara horizontal sehingga membentuk baris atau blok. Metode *block stacking* tidak membutuhkan banyak biaya karena tidak perlu rak dan cocok digunakan pada tipe gudang dengan lahan terbuka luas [15].

### Metode Penyimpanan Material Limbah

Praktek penyimpanan material limbah melibatkan 3 divisi utama yaitu divisi atau departemen penghasil limbah, Departemen Support bagian peleburan dan Divisi Aset Pusat. Tiga divisi tersebut nantinya akan membentuk siklus perputaran material limbah berdasarkan karakteristiknya. Pangkal awal limbah dihasilkan adalah dari divisi atau departemen yang melakukan kegiatan produksi. Selanjutnya jika material limbah masuk kualifikasi peleburan, limbah dapat dikirimkan ke divisi support bagian peleburan untuk dilebur.



**Gambar 1.** Tata Letak Ruang Penyimpanan Limbah

Apabila material limbah tidak masuk kualifikasi peleburan maka limbah akan dikirimkan ke Divisi Aset Pusat untuk dilelang atau dijual. Material limbah yang dihasilkan dari proses produksi dikelompokkan dalam 2 (dua) kategori yaitu material limbah yang sesuai kualifikasi peleburan (untuk diproduksi Kembali) dan tidak sesuai kualifikasi peleburan. SOP ini hanya fokus membahas metode penyimpanan material limbah yang sesuai kualifikasi peleburan. Material limbah yang sesuai kualifikasi peleburan akan disimpan di area penyimpanan departemen support bagian peleburan sedangkan material limbah yang tidak sesuai kualifikasi peleburan akan diserahkan ke Divisi Aset Pusat untuk selanjutnya dilakukan pelelangan atau dijual kembali. Berikut ini merupakan diagram alur penyimpanan material limbah



**Gambar 2.** Diagram Alur Penyimpanan Material Limbah

Detail teknis SOP penyimpanan material limbah terlampir dalam gambar berikut ini :

TEKNIS & DETAIL PROSEDUR OPERASIONAL BAKU PENYIMPANAN DAN PENYALURAN LIMBAH						
NO	AKTIVITAS	PELAKSANA			MUTU BAKU	
		Dir./Dept. Asal Limbah	Dept. Support	Div. Aspek Pemas	PERSYARATAN	OUTPUT
1	Menghasilkan limbah produksi.	√			Kegiatan produksi komoditas bitum.	Material limbah produksi.
2	Mengategorikan limbah sesuai jenis kedalam palet atau container baja.	√			Tersedianya container atau palet khusus untuk menyimpan limbah.	Penyortiran limbah berdasarkan jenisnya ( scrap, slag, flyash, maupun barang reject ).
3	Membanding dan mengecek komposisi limbah produksi.	√			Tersedianya alat spectrometer dan timbangan.	Penyortiran limbah berdasarkan kelangkaan dan komposisi kimia.
4	Menggunakan bahan baku ke divisi support ( bagian peleburan ) apabila komposisi kimia limbah masuk kualifikasi peleburan.	√			Komposisi kimia material limbah masuk kedalam range kualifikasi limbah untuk di daur ulang / dilebur. Diperhatikan berkas petunjuk teknis produksi dan hasil pengecekan menggunakan mesin spectrometer.	Pesilihan zona penyimpanan material limbah ke departemen peleburan.
5	Menggunakan bahan baku ke divisi PPIC apabila komposisi kimia limbah tidak masuk kualifikasi peleburan.	√			Komposisi kimia material limbah tidak masuk kedalam range kualifikasi limbah untuk di daur ulang / dilebur. Diperhatikan berkas petunjuk teknis produksi dan hasil pengecekan menggunakan mesin spectrometer.	Persiapan material untuk dilakukan peleburan.
6	Menemua material limbah dan mencatat kuantitas limbah.		√		Mengun checklist pemeraman limbah (terlampir).	Form pemeraman limbah yang diisi dengan lengkap serta kuantitas limbah tercatat sesuai dengan angka timbangan.
7	Memberikan label keterangan berisi tanggal terima, kuantitas limbah, keterangan komposisi limbah, penambahan lokasi penyimpanan.		√		Sistem labeling mengikuti standar ISO atau yang berlaku. Label harus tahan air dan terbaca.	Kartu stok terupdate sesuai dengan jenis dan kuantitas limbah yang disimpan serta pencatatan keluar masuk material dengan jelas.
8	Memasukkan dan melakukan pencatatan kartu stok.		√		Kartu stok harus menggunakan format yang telah ditetapkan (contoh terlampir).	Data stok limbah up-to-date dan diverifikasi oleh supervisor setiap minggu.
9	Menyimpan limbah pada area yang ditentukan ( layout area terlampir).		√		Area penyimpanan memiliki tanda zona sesuai jenis limbah, ada rambu keselamatan dan akses terbatas hanya untuk petugas berwenang.	Limbah tersimpan di area yang sesuai dengan regulasi lingkungan dan keselamatan kerja.
10	Memotong kartu stok apabila limbah akan dilebur atau digunakan.		√		Kartu stok harus dipotong sesuai dengan batas tanggal dan kuantitas serta adanya persetujuan dari supervisor / kepala bagian peleburan.	Form pemeraman limbah yang diisi dengan lengkap serta kuantitas limbah tercatat sesuai dengan angka timbangan.
11	Menemua material limbah yang tidak masuk kualifikasi peleburan.			√	Mengun checklist pemeraman limbah (terlampir).	Form pemeraman limbah yang diisi dengan lengkap serta kuantitas limbah tercatat sesuai dengan angka timbangan.
12	Melakukan pencatatan tanda terima material limbah.			√	Formulir penerimaan yang sesuai telah terisi lengkap dengan tanda tangan supervisor / kepala bagian peleburan.	Dokumen pemeraman material limbah terapan dengan rapi.
13	Memperiapkan administrasi jual-beli material limbah pada calon buyer.			√	Dokumen kelengkapan seperti laporan uji komposisi, sertifikat keamanan limbah, dan surat jalan disiapkan.	Administrasi penjualan material limbah siap untuk ditandatangani oleh pihak buyer dan penjualan dapat diproses lebih lanjut.

Gambar 3. Detail Teknis SOP Penyimpanan Material Limbah

Metode Pengambilan Limbah

Pengambilan limbah sebelum dilebur menggunakan teknik *first waste first out*, yakni limbah yang pertama kali masuk adalah limbah yang pertama kali digunakan. Penggunaan material limbah peleburan hanya digunakan di wilayah peleburan saja untuk keperluan daur ulang sehingga material limbah tidak masuk kedalam sistem pencatatan seperti SAP ataupun sejenisnya. Akan tetapi dalam penggunaannya, material limbah yang dipakai dan disimpan dicatat menggunakan buku agenda oleh kepala peleburan. Berikut ini merupakan alur pengambilan material limbah:



Gambar 4. Alur Pengambilan Material Limbah

Skenario Pengambilan Material Limbah :

Area penyimpanan terdiri dari 4 blok penyimpanan yaitu blok A-D, masing-masing blok berkapasitas 6 palet tanpa tumpukan dan 24 palet dengan maksimal 4 tumpukan. Dalam catatan limbah material yang disimpan, terdapat limbah yang ditempatkan dengan rincian berikut :

**Tabel 3.** Skenario Pencatatan dan Pengambilan Limbah

Tanggal Limbah Masuk	Lokasi Penyimpanan
10 Desember 2024	A1 T2
17 Desember 2024	B2
19 Desember 2024	C6 T1

Berdasarkan metode *first waste first out* dan SOP yang telah dirumuskan, jika operator peleburan ingin menggunakan limbah, maka urutan limbah yang harus digunakan adalah limbah yang ada di Lokasi A1 T2 ( Blok A1 tumpukan kedua), B2 ( Blok B2) dan C6 T1 (Blok C6 tumpukan pertama).

#### 4. Kesimpulan

Rumusan SOP penyimpanan material limbah dengan metode *First waste first out* yang melibatkan beberapa divisi dapat diterapkan di Departemen Support Divisi Infrastruktur Perhubungan PT. Pindad (Persero). Pemilihan metode penyimpanan dan keterlibatan berbagai divisi dalam perumusan SOP menyesuaikan pada karakteristik limbah dan siklus limbah yang ada sehingga dapat mengefisieni penggunaan limbah dari segi kualitas, waktu dan biaya.

#### 5. Ucapan Terima kasih

Penulis menyampaikan terimakasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam kelancaraan penulisan artikel ini. Terimakasih kepala gudang divisi infrastruktur perhubungan PT. Pindad (Persero), Terimakasih kepada dosen pembimbing penulis Nenden Kostini dan Nurillah Jamil Achmawati Novel serta seluruh pihak yang mendukung yang tidak dapat penulis sebutkan namanya satu persatu.

#### 6. Referensi

- [1] "PT. Pindad (Persero) - Infrastruktur Perhubungan." Diakses: 18 Desember 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://pindad.com/infrastruktur-perhubungan>
- [2] C. Lee, Y. C. Jang, K. Choi, B. Kim, H. Song, dan Y. Kwon, "Recycling, Material Flow, and Recycled Content Demands of Polyethylene Terephthalate (PET) Bottles towards a Circular Economy in Korea," *Environments - MDPI*, vol. 11, no. 2, Art. no. 2, 2024, doi: 10.3390/environments11020025.
- [3] I. Nazarenko, A. Onyshchenko, S. Oryshchenko, O. Fedorenko, S. Tsepelev, dan L. Titova, "Research of technical systems of materials sorting processes," Des 2021, Diakses: 14 Agustus 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://papers.ssrn.com/abstract=4008217>
- [4] Abd. R. Taufiq, "Penerapan Standar Operasional Prosedur (Sop) Dan Akuntabilitas Kinerja Rumah Sakit," *Profita*, vol. 12, no. 1, hlm. 56, Apr 2019, doi: 10.22441/profita.2019.v12.01.005.
- [5] A. Syafitrah, A. Suhaini, M. F. Tonaji, dan M. Syukri, "Analisa Standard Operating Procedure (SOP) Produksi PK (Palm Kernel) Menjadi PKE (Palm Kernel Expeller) Area KCP(Kernel Crushing Plant)," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, vol. 2, no. I, Art. no. I, Mar 2023, doi: 10.55826/tmit.v2i1.73.
- [6] I. H. S.Ag.,M.Pd.I, *Metodologi Penelitian Pendidikan ( Kualitatif, Kuantitatif dan Mixed Method )*. Hidayatul Quran, 2019.
- [7] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R & D*. Alfabeta, 2011. Diakses: 15 April 2024. [Daring]. Tersedia pada: <https://openlibrary.telkomuniversity.ac.id/pustaka/10026/metode-penelitian-kuantitatif-kualitatif-dan-r-d.html>
- [8] A. Heryana, "Informan dan Pemilihan Informan dalam Penelitian Kualitatif," Des 2018.
- [9] S. Ramdasi dan D. Shinde, "Effect of FIFO Strategy Implementation on Warehouse Inventory Management in The Furniture Manufacturing Industry," *International Journal of Engineering and Technical Research*, vol. 10, hlm. 179–183, Agu 2021.
- [10] R. A. Prasetyo, D. Herwanto, dan A. E. Nugraha, "Usulan Penerapan Metode Shared Storage pada Tata Letak Stock di Gudang PT XYZ," *GIJTSI*, vol. 2, no. 2, hlm. 124–134, Des 2021, doi: 10.35261/gijtsi.v2i2.5652.
- [11] A. Mendes, J. Cruz, T. Saraiva, T. M. Lima, dan P. D. Gaspar, "Logistics strategy (FIFO, FEFO or LSFO) decision support system for perishable food products," dalam *2020 International Conference*

- on *Decision Aid Sciences and Application (DASA)*, Sakheer, Bahrain: IEEE, Nov 2020, hlm. 173–178. doi: 10.1109/DASA51403.2020.9317068.
- [12] M. Davega, Y. Yuhelmi, dan Y. Darmayunata, “Pembangunan Sistem Inventori Apotek Menggunakan Metode FIFO DAN FEFO,” 2024, doi: <https://doi.org/10.31849/zn.v6i1.17318>.
- [13] R. Luft, “Evaluation of the effectiveness of information system in optimizing warehouse processes,” *ceref*, vol. 41, no. 6, hlm. 5–15, Des 2022, doi: 10.24136/ceref.2022.020.
- [14] G. Richards, *Warehouse Management A complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. dalam 2. Kogan Page Limited, 2014.
- [15] A. Setiawan dan J. C. Sihombing, “Perancangan Algoritma Tata Letak Penempatan Barang dengan Mempertimbangkan Kombinasi Penumpukan Barang Terhadap Konsumsi Energi Material Handling Forklift,” *JIS*, vol. 5, no. 1, hlm. 70–86, Jun 2022, doi: 10.28932/jis.v5i1.4165.