

# Perancangan Sistem untuk Minimasi Limbah B3 di PT. XYZ Menggunakan Pendekatan SSM (*Soft System Methodology*)

Nina Sukarlina, Iphov Kumala Sriwana

Program Studi Magister Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Universitas Telkom  
Jalan Telekomunikasi No. 1, Sukapura, Dayeuhkolot, Bandung, Jawa Barat 40257

## Article Info

### Article history:

Received  
23 Juli 2022

Accepted  
15 Agustus 2022

### Keywords:

SSM; Minimasi Limbah B3; 3R (*Reduce, Reuse & Recycle*)

## Abstract

PT. XYZ is a company that produces pharmaceutical products for livestock. Most of the raw materials for veterinary drugs consist of B3 powder (toxic and hazardous materials). Waste from the production process is unavoidable, one of the types of waste produced by PT. XYZ is B3 powder wastes. According to the Environmental Service (DLH) B3 waste cannot be directly discharged into the environment, therefore PT. XYZ uses 3rd party services in processing B3 waste disposal. PT. XYZ produces powdered B3 waste at an average of 267.12 kg/month, the cost that must be incurred by the company to manage B3 waste and the value of loss of raw materials is Rp. 28,094,703.70/year. This study aims to design a system for the minimization of B3 waste by using a Soft System Methodology (SSM) approach. The proposed changes from this research use the 3R principle (reduce, reuse, recycle). The implementation of the proposed changes can result in cost efficiency incurred by the company for B3 waste management of Rp. 18,368,995.87/year.

## 1. PENDAHULUAN

Pada tahun 2021, industri obat hewan di Indonesia mengalami peningkatan kinerja ekspor. Menurut Kementan selama Januari hingga Oktober 2021 ekspor obat hewan mengalami peningkatan volume 4,57% dan nilai ekspor 33,8% dibandingkan dengan periode 2020 (peternakan, <http://www.agrina-online.com/>). Sejalan dengan hal tersebut, jumlah limbah B3 ikut meningkat karena obat hewan didominasi dengan bahan baku B3 (bahan beracun dan berbahaya). Menurut Dinas Lingkungan Hidup (DLH) limbah B3 adalah suatu buangan atau limbah yang sifat dan konsentrasinya mengandung zat yang beracun dan berbahaya sehingga secara langsung maupun tidak langsung dapat merusak lingkungan, mengganggu kesehatan, dan mengancam kelangsungan hidup manusia serta organisme lainnya (<https://dlh.bulelengkab.go.id/>).

PT. XYZ adalah perusahaan manufaktur yang memproduksi vaksin ternak, obat-obatan ternak, pakan ternak dan peralatan pendukung peternakan. Sebagai perusahaan yang memproduksi obat-obatan ternak, PT. XYZ menghasilkan limbah B3 setiap harinya. Limbah B3 yang dihasilkan terdiri dari sapuan lantai & *vacuum cleaner*, serbuk yang terhisap *vacuum* mesin, cangkang kapsul *reject*, debu hisapan *dust collector* dan cangkang serbuk ST SP. Berdasarkan data yang ditampilkan pada Gambar 1, limbah B3 yang dihasilkan rata-rata mencapai 267,12 kg/bulan. Limbah B3 paling

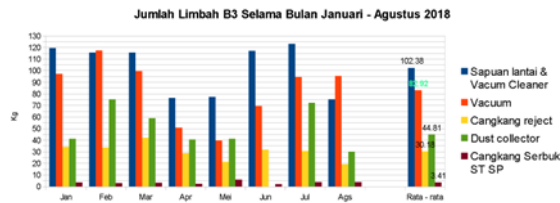
banyak berasal dari limbah sapuan lantai & *vacuum cleaner* serta *vacuum*.

Proses pengolahan limbah B3 dilakukan oleh pihak ketiga, sehingga menimbulkan biaya yang harus dikeluarkan perusahaan. Selain itu, bahan baku yang terbuang menjadi limbah juga menimbulkan kerugian karena seharusnya bisa menghasilkan produk dan memberikan pemasukan bagi perusahaan. Kerugian materi yang ditimbulkan dari jumlah limbah B3 yang ada saat ini mencapai Rp. 28,094,703.70/tahun.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan usulan perancangan sistem minimasi limbah B3 di PT. XYZ agar kerugian yang dialami oleh perusahaan dapat berkurang, karena bagaimanapun limbah tidak dapat dihilangkan karena sifatnya sudah residual, namun bisa dikurangi. Adapun metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan *Soft System Methodology* (SSM) untuk menganalisis kondisi yang ada saat ini dan menggunakan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, dan Recycle*) sebagai dasar tindakan yang diusulkan pada penelitian ini. SSM dikembangkan pada 1970-an (Checkland dan Scholes 1991), digunakan dengan banyak keberhasilan di berbagai bidang, seperti analisis industri pembangunan rumah (Naim dan Barlow 2003), manajemen lingkungan perkotaan (Bunch dan Dudycha 2003), tim desain teknik elektronik

\*Corresponding author. Nina Sukarlina  
Email address: [ninasukarlina@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:ninasukarlina@student.telkomuniversity.ac.id)

(Jagodzinski et al. 2000) dan *business process reengineering* (BPR) (Chan dan Choi 1997).



**Gambar 1.**

Jumlah limbah B3 selama bulan Januari – Agustus 2022

Zhou et al (2007) menggunakan pendekatan *Soft System Methodology* (SSM) untuk mengilustrasikan *rich picture* secara keseluruhan sistem permasalahan limbah baterai di China dan kemudian menjadikannya tolok ukur terhadap praktik terbaik di negara lain yang menangani masalah serupa. Sari dan Umanto (2013) melakukan penelitian untuk memberikan rekomendasi desain perubahan kebijakan pengelolaan sampah di Kota Depok. Penelitian ini menggunakan pendekatan *Soft System Methodology* (SSM) karena kondisi pengelolaan limbah di Kota Depok menunjukkan permasalahan pada dunia nyata (*real world*) yang kompleks, tidak beraturan dan menggambarkan sistem yang melibatkan semua aktivitas yang berkaitan dengan manusia. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan Pemerintah Kota Depok perlu melakukan penguatan kebijakan melalui perubahan kebijakan pengelolaan sampah berdasarkan hirarki proses kebijakan tersebut, yaitu penyusunan Perda tentang pengelolaan sampah pada tingkat kebijakan, penyusunan SOP-UPS dan optimalisasi peran Satgas Kebersihan pada tingkat organisasional, serta pembentukan sistem keterlibatan masyarakat pada tingkat operasional.

Berdasarkan penelitian-penelitian diatas, pendekatan *Soft System Methodology* (SSM) akan digunakan pada penelitian ini untuk memberikan gambaran lebih mendalam terkait masalah limbah B3 di PT. XYZ, serta prinsip 3R (*Reduce, Reuse, dan Recycle*) sebagai dasar usulan tindakan sehingga dapat mengurangi jumlah limbah B3 yang dihasilkan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

*Soft system methodology* (SSM) telah diakui sebagai metode yang sistematis untuk menghadapi situasi yang bermasalah. SSM dapat mengarahkan cara berpikir terhadap situasi yang bermasalah, membuka jalan untuk mengambil tindakan yang bertujuan untuk memperbaikinya (Checkland dan Poulter 2010). Menurut Checkland dan Poulter (2010), model SSM terdiri dari 7 tahapan: identifikasi situasi yang bermasalah (tahap 1 dan 2 yang berada di dunia nyata), menganalisa *root definition* dan membangun model konseptual (tahap

3 dan 4 yang berada di dunia sistem), *debating* dan diskusi terstruktur menggunakan model konseptual (tahap 5 dan 6 yang ada di dunia nyata) serta mendefinisikan tindakan untuk memperbaiki situasi masalah (tahap 7 yang juga ada di dunia nyata). SSM telah digunakan oleh Zhou, dkk (2007) untuk mengatasi permasalahan daur ulang limbah baterai di China, Adamides, dkk (2009) untuk pengembangan sistem pengelolaan sampah padat regional pada suatu daerah di Yunani, serta Sari dan Umanto (2013) dalam rancangan perubahan kebijakan pengelolaan sampah di Depok.

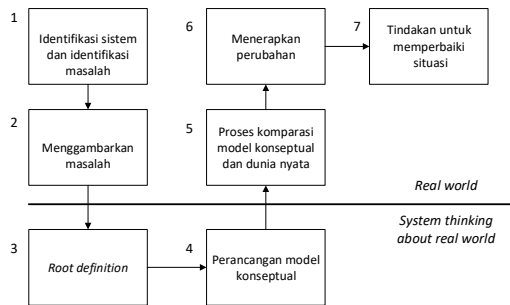
Menurut Samiha (2013) dalam pengelolaan limbah hal pertama yang dilakukan adalah mengurangi limbah tersebut (*reduce*) dan memisahkan potensi daur ulang dari sumbernya untuk meningkatkan kualitas material supaya dapat digunakan kembali (*reuse*). Limbah yang tidak dapat dikurangi harus digunakan kembali jika memungkinkan (*recycle*). Prinsip 3R dapat membantu dalam menciptakan kehidupan yang berkelanjutan. Pola pikir terkait dampak konsumsi dan produksi limbah dapat membantu mendorong pembuatan keputusan untuk mengurangi sampah dan mengurangi dampaknya terhadap lingkungan. *Reduce, reuse dan recycle* membantu menyelamatkan sumber daya alam untuk masa depan (Sabir Syed, 2006, Mohan et al, 2011, Lino dan Ismail, 2012).

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ pada divisi *pharmaceutical product* yang khusus memproduksi obat serbuk. Adapun dua metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Soft System Methodology* (SSM) dan 3R (*Reduce, Reuse, dan Recycle*). Metode SSM yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 7 tahapan. Tahapan pertama adalah melakukan identifikasi sistem dan identifikasi masalah. Tahapan kedua adalah membuat *rich picture* untuk menggambarkan situasi permasalahan yang terjadi. Tahapan yang ketiga adalah mendefinisikan akar permasalahan dari aktivitas yang relevan. Tahapan keempat membuat model konseptual dari akar masalah yang sudah didefinisikan sebelumnya. Tahapan kelima membandingkan model dengan dunia nyata dan tahapan keenam melakukan perubahan yang diinginkan secara sistematis dan ketujuh adalah melakukan perbaikan atau solusi untuk sistem yang direkomendasikan (Nugroho, 2012). Adapun tahapan penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.

Pada penelitian ini data primer yang dibutuhkan adalah data jumlah limbah B3 yang dihasilkan setiap mesin. Data tersebut diambil dengan cara pendataan jumlah limbah B3 yang dihasilkan dalam satuan gram kemudian dibagi dengan jumlah jam kerja mesin tersebut beroperasi. Hal tersebut dilakukan agar data jumlah limbah B3

yang dihasilkan proporsional. Pendataan jumlah limbah B3 setiap mesinnya dilakukan selama periode bulan September hingga November 2018. Data sekunder pada penelitian ini terdiri dari data historis limbah B3 dari perusahaan dan biaya bahan baku serta biaya pengelolaan limbah B3 untuk perhitungan efisiensi biaya.

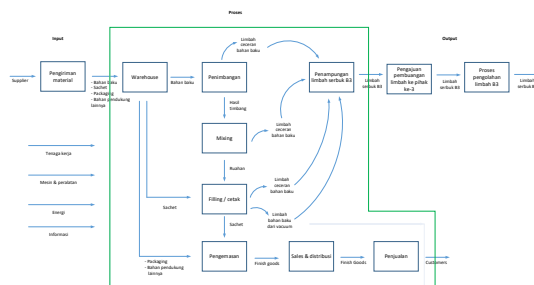


**Gambar 2.**  
Tahapan penelitian SSM

**4. HASIL DAN ANALISIS**

**4.1 Tahap 1 : Identifikasi Sistem dan Identifikasi Masalah**

Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ, yaitu perusahaan yang bergerak di industri manufaktur produksi vaksin ternak (*biological product*), obat-obatan dan pakan ternak (*pharmaceutical product*), serta peralatan pendukung peternakan (*plastic and equipments*). Fokus utama penelitian ini pada *Pharmaceutical Products (PP)*, khususnya produk serbuk. Penelitian ini terbatas hanya pada proses produksi di PP secara umum (Gambar 3).



**Gambar 3.**  
Identifikasi sistem

Sebagai perusahaan yang memproduksi obat-obatan PT. XYZ menggunakan bahan baku dengan kategori organik, anorganik dan B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) sebagai input dari proses produksinya. Bahan baku tersebut diolah dengan cara ditimbang terlebih dahulu sesuai dengan formulasi obat, kemudian bahan baku dicampur dan diaduk pada mesin *mixing*. Proses selanjutnya adalah proses pengisian *sachet* dan kapsul serta pencetakan kaplet sebelum akhirnya dikemas pada proses *packaging*. Kegiatan produksi di PP

menghasilkan produk jadi serta limbah, baik dari ceceran maupun limbah *vacuum*. Kedua limbah tersebut termasuk kedalam kategori limbah B3. Berdasarkan sifatnya, konsentrasi dan/atau jumlahnya baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemarkan dan/atau merusak lingkungan hidup, membahayakan lingkungan hidup, kesehatan serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. Oleh sebab itu, pembuangan material B3 dikendalikan dan membutuhkan biaya lebih dibandingkan dengan bahan baku organik dan anorganik.

Limbah B3 yang dihasilkan oleh PT. XYZ per bulan mencapai rata-rata 267,12 kg. Selain merugikan perusahaan karena bahan baku yang terbuang, munculnya biaya pengelolaan limbah B3 juga merugikan perusahaan. Oleh karena itu, tujuan yang ingin dicapai oleh PT. XYZ adalah mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan setiap bulannya. Adapun faktor yang mempengaruhi tingginya jumlah limbah B3 di PT. XYZ yaitu karakter bahan baku, konstruksi mesin produksi dan metode kerja.

Karakter bahan baku yang ringan dan halus dapat dengan mudah tercecer ke lantai ataupun terhembus udara sehingga dapat menjadi limbah B3. Saat proses manufaktur material serbuk, ruang produksi seringkali berdebu sehingga dapat menghalangi penglihatan serta berbahaya bagi kulit, karena sebagian bahan baku bersifat menyebabkan iritasi. Beberapa mesin produksi berkecepatan tinggi dilengkapi *vacuum* pada konstruksi mesinnya, yang bertujuan untuk menghisap debu di ruangan serta menghindari adanya bahan yang menempel ke komponen utama mesin. Metode kerja yang tidak tepat dapat menimbulkan limbah B3, seperti halnya cara operator menyendok bahan baku saat penimbangan, posisi menimbang tidak di atas alas dan cara *handling material* saat transportasi.

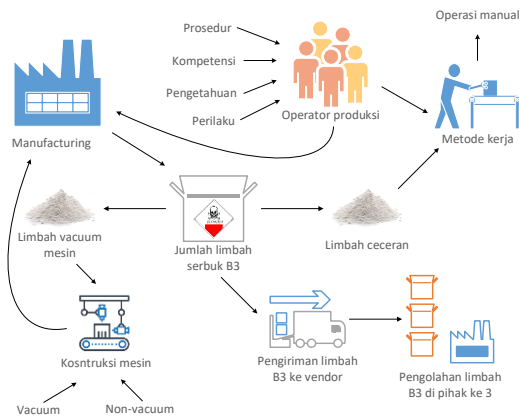
Dari lima jenis limbah B3 yang dihasilkan PT. XYZ, penelitian ini akan berfokus terhadap 2 jenis limbah B3 dengan jumlah terbanyak yaitu limbah sapuan lantai dan *vacuum*. Jenis limbah serbuk sapuan lantai sebagian besar kotor dan tidak dapat digunakan lagi karena berasal dari bahan baku yang jatuh ke lantai sehingga harus dibuang. Limbah B3 sapuan lantai disebabkan oleh metode kerja yang tidak sesuai serta karakteristik bahan baku yang ringan. Oleh sebab itu, limbah B3 sapuan lantai tidak bisa dihilangkan melainkan dikurangi (*reduce*). Jenis limbah B3 *vacuum* adalah limbah yang berasal dari *vacuum* mesin, limbah ini relatif masih bersih karena debu yang dihisap oleh *vacuum* merupakan debu bahan baku saat proses produksi berlangsung dan tidak jatuh ke lantai. Kotor yang ada pada limbah B3 *vacuum* biasanya berasal dari sisa debu kotor yang tertahan pada selang atau bintik hitam yang dihasilkan saat pembersihan

sealer mesin. Limbah *vacuum* ini berpotensi dapat digunakan kembali (*reuse*) atau diproses ulang (*recycle*).

**4.2 Tahap 2 : Menggambarkan Masalah**

*Rich picture diagram* pada SSM berfungsi untuk menggambarkan situasi permasalahan yang terjadi. Gambar 4 menampilkan *rich picture* pada penelitian ini.

**Gambar 4.**  
Rich picture limbah B3 di produksi PP



*Rich picture* dibuat untuk memberikan gambaran terkait permasalahan pada sistem limbah B3 yang kompleks. Jumlah limbah B3 yang dihasilkan berasal dari limbah ceceran dan limbah *vacuum* dikirimkan ke vendor untuk dikelola pembuangannya. Proses manufaktur menghasilkan limbah B3 dari konstruksi mesin yang memiliki *vacuum* serta metode kerja yang menimbulkan limbah ceceran. Dalam pelaksanaan metode kerja, operator menjadi individu yang terlibat paling berpengaruh terhadap jumlah limbah B3 yang dihasilkan, karena terdapat perbedaan terkait prosedur kerja, kompetensi, pengetahuan dan perilaku operator produksi.

**4.3 Tahap 3 : Root Definition**

*Root definitions* dibuat menggunakan formula PQR, CATWOE analisis serta *measure of performance*. Formula PQR digunakan untuk mengisi *root definition*, dan menetapkan aktivitas yang bertujuan sebagai transformasi. P adalah apa, Q adalah bagaimana, dan R, mengapa, atau lakukan P, dengan Q, untuk membantu mencapai R (Checkland dan Poulter, 2006). Tabel 1 menunjukkan *root definitions* dan analisa CATWOE pada penelitian ini.

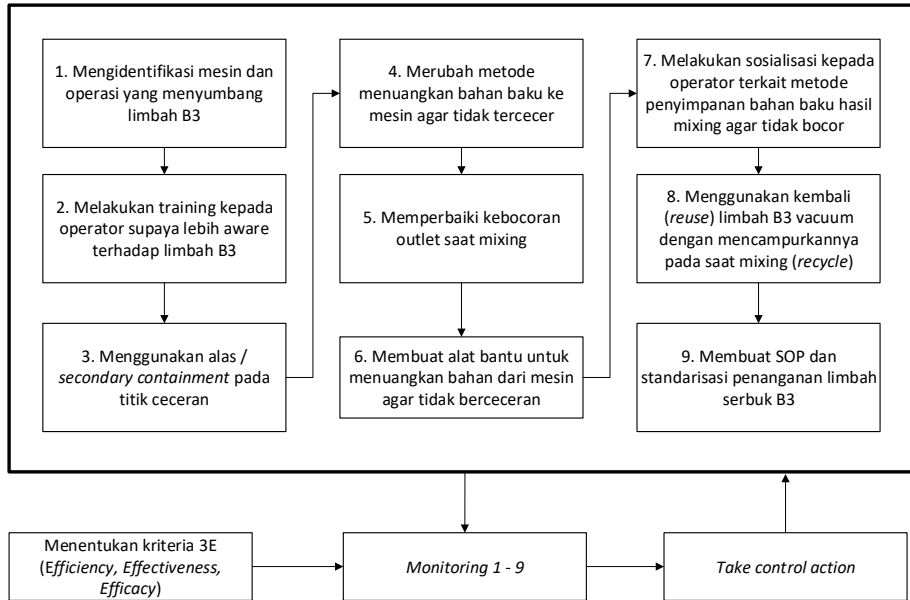
**Tabel 1.**  
Root definition

<b>Root definition</b>	Perancangan sistem menggunakan <i>soft system methodology</i> (P) dengan pendekatan prinsip 3R ( <i>Reduce, Reuse &amp; Recycle</i> ) (Y) untuk meminimasi jumlah limbah B3 di PT. XYZ.
<b>Analisis CATWOE</b>	
<b>Customer (C)</b>	PT. XYZ
<b>Actor (A)</b>	Operator produksi, PT. XYZ, vendor pengolahan limbah B3
<b>Transformation (T)</b>	Proses produksi bahan baku B3
<b>Worldview (W)</b>	Terciptanya proses manufaktur yang lebih efisien
<b>Owner (O)</b>	Tim manufaktur
<b>Environmental Constraint (E)</b>	Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)
<b>Measure of performance</b>	a) <i>Efficacy</i> , menunjukkan keberhasilan transformasi (T): dihasilkan <i>output</i> tertentu yaitu tingkat <i>yield</i> hasil produksi meningkat. b) <i>Effective</i> , tercapainya tujuan yang sudah ditetapkan yaitu mampu pengurangi jumlah limbah B3 perbulannya. c) <i>Efficient</i> , yaitu penggunaan sumber daya yang seminimal mungkin untuk mencapai transformasi yang diharapkan ditunjukkan dengan nominal <i>saving</i> yang didapatkan.

**4.4 Tahap 4 : Perancangan Model Konseptual**

Perancangan model konseptual dilakukan setelah melakukan *root definition*. Model konseptual dirancang dari perspektif penulis untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan. Gambar 5 menunjukkan model konseptual pada penelitian ini. Terdapat 9 aktifitas yang akan dilakukan dalam

upaya meminimasi limbah B3 untuk mencapai 3E yang sudah ditentukan. Aktivitas-aktivitas tersebut dimonitoring untuk selanjutnya pengambilan tindakan.



**Gambar 5.**  
Model konseptual

**4.5 Tahap 5 : Komparasi Antara Model Konseptual dan Dunia Nyata**

Pada tahapan ini dilakukan perbandingan model konseptual dengan dunia nyata, tujuannya

untuk mengetahui hasil dari perubahan yang dilakukan apabila model konseptual yang diajukan diterapkan pada dunia nyata. Berikut merupakan proses komparasi pada penelitian ini :

**Tabel 2.**  
Proses komparasi model konseptual dengan dunia nyata

No	Aktivitas	Syarat	Unit terkait	Langkah	Hasil	Refleksi dengan tujuan
1	Mengidentifikasi mesin dan operasi yang menyumbang limbah B3	Mengetahui jumlah limbah B3 yang dihasilkan oleh setiap mesin dan operasi yang ada	Supervisor produksi	1. Mencatat limbah yang dihasilkan setiap akhir shift serta mendata lama waktu operasi agar jumlah limbah B3 yang dihasilkan proporsional 2. Mengurutkan area penyumbang limbah B3 terbanyak menggunakan diagram pareto	Diketahui mesin dan operasi apa saja yang menghasilkan limbah paling banyak, sehingga usulan perbaikan dapat difokuskan pada area tersebut	Membantu menentukan fokus pada area yang menyumbang limbah B3 terbanyak, sehingga jumlah minimasi akan terasa signifikan
2	Melakukan training kepada operator supaya lebih aware terhadap limbah B3	Semua operator produksi memiliki awareness yang sama terhadap sumber limbah B3 serta dampak yang dihasilkan	Supervisor produksi dan operator produksi	1. Menyampaikan potensi-potensi sumber limbah B3 2. Memberikan pemahaman tentang dampak lingkungan dan materi yang dihasilkan dari limbah B3	Operator sudah memahami apa saja yang harus dilakukan untuk mengurangi limbah B3 dan cara penanganan limbah B3	Mendukung serta membantu pelaksanaan minimasi limbah B3 secara konsisten
3	Menggunakan alas / secondary containment pada titik cecceran	Alat bantu yang bisa mengurangi jumlah limbah B3 cecceran lantai	Operator produksi	Mengidentifikasi titik cecceran serta menempatkan alas / secondary containment dibawahnya	Cecceran lantai yang dihasilkan masih bersih karena tertampung pada alas / secondary containment sehingga masih dapat digunakan	Berkontribusi dalam mengurangi jumlah limbah B3
4	Merubah metode menuangkan bahan baku ke mesin agar tidak terceccer	Metode penuangan bahan baku mampu mengurangi jumlah limbah B3 cecceran lantai	Operator produksi	1. Mengamati metode menuangkan bahan baku saat ini Membuat alat bantu penuangan bahan baku agar tidak bercecceran	Masih ada cecceran bahan baku saat menuangkan bahan ke mesin namun masih bisa digunakan karena tidak kotor	Membantu operator pada saat menuangkan bahan baku agar tidak menghasilkan cecceran limbah B3

**Tabel 3.**  
Proses komparasi model konseptual dengan dunia nyata ( lanjutan )

No	Aktivitas	Syarat	Unit terkait	Langkah	Hasil	Refleksi dengan tujuan
5	Memperbaiki kebocoran <i>outlet</i> saat <i>mixing</i>	Tidak ada kebocoran saat proses <i>mixing</i> yang menghasilkan limbah B3	Tim <i>engineering</i>	Menambahkan karet pada area <i>outlet</i> mesin saat ini	Outlet mesin bisa tertutup rapat sehingga tidak mengeluarkan ceceran lagi	Berkontribusi dalam pengurangan limbah B3 yang dihasilkan
6	Membuat alat bantu untuk mengeluarkan bahan dari mesin agar tidak berceceran	Adanya alat yang bisa mengurangi ceceran saat mengeluarkan bahan dari mesin	Tim <i>engineering</i>	Membuat saluran tambahan pada <i>outlet</i> mesin yang menyambungkannya langsung ke wadah penampung bahan baku hasil <i>mixing</i>	Ceceran lantai dari proses mengeluarkan bahan baku dari mesin berkurang	Alat bantu yang ada mengurangi jumlah limbah B3 ceceran lantai
7	Melakukan sosialisasi kepada operator terkait metode penyimpanan bahan baku hasil <i>mixing</i> agar tidak bocor	Metode penyimpanan bahan baku hasil <i>mixing</i> agar tidak bocor	Supervisor produksi dan operator produksi	1. Membuat ilustrasi cara penyimpanan yang benar 2. Menjelaskan penyebab kebocoran bahan baku hasil <i>mixing</i> , yaitu dikarenakan penyimpanannya melebihi palet sehingga ketika <i>trolley</i> melewati palet tersebut mengenai wadah penampung bahan baku hasil <i>mixing</i> yang menyebabkan menyebabkan kebocoran	Tidak terjadi lagi kebocoran pada wadah penampung bahan baku saat penyimpanan	Limbah B3 ceceran lantai dari kebocoran wadah penampung hasil <i>mixing</i> berkontribusi mengurangi jumlah limbah B3 secara keseluruhan
8	Menggunakan kembali ( <i>reuse</i> ) limbah B3 <i>vacuum</i> dengan mencampurkannya pada saat <i>mixing</i> ( <i>recycle</i> )	Nilai LOD ( <i>lost of drying</i> ) bahan baku yang dicampur dengan limbah B3 <i>vacuum</i> masuk spesifikasi produk dan tidak ada bintik	Operator produksi, QC, QA	1. Memeriksa kualitas secara visual limbah B3 <i>vacuum</i> , apabila tidak ada bintik berarti boleh diproses kembali 2. Menguji nilai LOD limbah B3 <i>vacuum</i> 3. Menghitung estimasi LOD bahan baku yang akan dicampur limbah B3 <i>vacuum</i> , apabila tidak masuk spesifikasi maka kurangi limbah B3 <i>vacuum</i> yang akan dicampurkan 4. Mencampurkan limbah B3 <i>vacuum</i> ke bahan baku saat proses <i>mixing</i> 5. Menguji kualitas hasil <i>mixing</i> sesuai spesifikasi produk terkait	Bahan baku yang dicampur dengan limbah B3 <i>vacuum</i> sesuai spesifikasi, namun masih terdapat bintik hitam yang wajar	Menghilangkan limbah B3 <i>vacuum</i>
9	Membuat SOP dan standarisasi penanganan limbah serbuk B3	Terdapat prosedur penanganan limbah B3 yang sudah disetujui oleh tim QA	Supervisor produksi, QA, assistant manager	Menyusun prosedur penanganan limbah B3 sesuai dengan hasil trial	Proses penanganan limbah B3 sudah terstandarisasi dan terdokumentasi pada SOP	Memberikan panduan bagi operator dalam menangani limbah B3 agar dapat mengurangi jumlah limbah B3

#### 4.6 Tahap 6 & 7 : Menerapkan Perubahan dan Tindakan untuk Memperbaiki Situasi

Pada tahapan ini perbaikan/solusi untuk sistem yang direkomendasikan (*action to improve the problem situation*) diterapkan. Berdasarkan proses komparasi diatas usulan perubahan diimplementasikan dan diukur penurunan jumlah

limbah B3 baik kategori ceceran lantai maupun *vacuum*.

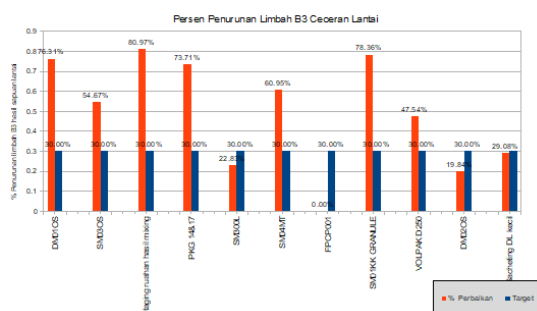
Model konseptual diimplementasikan pada PT. XYZ sebagai *customers* yang memiliki tujuan untuk mengurangi limbah B3 yang dihasilkan dari proses produksi *pharmaceutical product*. Dalam model konseptual diatas, operator produksi



berperan sebagai pelaksana di setiap aktivitas yang diusulkan, perannya sangat penting sehingga harus dipastikan setiap operator memiliki pemahaman yang sama terkait limbah B3 maupun prosedur untuk meminimalkannya. Supervisor produksi memiliki kewenangan untuk mengawasi pelaksanaan prosedur minimasi limbah B3 serta melakukan sosialisasi dan *coaching* kepada operator. Peraturan pemerintah yang berlaku di dunia nyata menjadi acuan pada model konseptual dalam pembuatan prosedur minimasi limbah B3. Kewenangan untuk menyetujui aktivitas perbaikan pada model konseptual dikendalikan sepenuhnya oleh *Quality Assurance* (QA) sesuai dengan regulasi CPOHB (Cara Pembuatan Obat Hewan yang Baik).

Persentase penurunan jumlah limbah B3 yang ditargetkan oleh perusahaan adalah lebih dari 30%. Gambar 6 menunjukkan persentase penurunan limbah B3 kategori ceceran lantai. Usulan perubahan untuk menurunkan limbah B3 *vacuum* adalah penggunaan kembali seluruh limbahnya, sehingga untuk persentase penurunan limbah B3 *vacuum* tercapai 100%. Berdasarkan hal tersebut, elemen pengukuran performa *Effective* tercapai karena jumlah limbah B3 sudah berhasil dikurangi sesuai dengan target yang sudah diterapkan.

Proses implementasi usulan perubahan diatas mampu memberikan efisiensi biaya bagi perusahaan sejumlah Rp. 18,368,995.87/tahun. *Saving* tersebut menunjukkan bahwa elemen pengukuran performa *Efficient* sudah tercapai karena dapat menghemat biaya yang dikeluarkan perusahaan sebesar 65.4%. Pengukuran performa *Efficacy* juga tercapai karena rasio limbah terhadap 1 ton *yield* produksi semua 1.1, setelah implementasi perbaikan rasio tersebut tercapai 0.6. Namun, tidak semua usulan perubahan mencapai target yang ditetapkan perusahaan. Usulan perubahan yang tidak mencapai target kemudian dievaluasi dan dianalisis tindakan apa yang dapat dilakukan untuk memperbaiki situasi tersebut. Tabel 5 menunjukkan tindakan yang dilakukan untuk perbaikan situasi.



**Gambar 6.**  
Persentase penurunan limbah B3

**Tabel 4.**  
Persentase penurunan limbah B3

Mesin	Saving bahan baku/bulan (Kg)	Saving biaya/bulan (Rp)	Saving biaya/Tahun (Rp)
DM01OS	2.49	30,844.58	370,135.01
SM03OS	4.99	61,899.74	742,796.93
S tagging ruahan hasil mixing	2.54	31,523.82	378,285.93
PKG 14&17	9.32	115,676.87	1,388,122.41
SM300L	1.71	21,199.87	254,394.94
SM04MT	1.97	24,453.55	293,442.55
FPCP001	0.50	6,225.27	74,703.18
SM04MT	4.11	50,998.01	611,976.14
FPCP001	2.37	29,386.27	352,635.25
SM01KK GRANULE	0.51	6,345.48	76,145.79
VOLPAK D250	1.66	20,606.16	247,273.93
DM02OS	31.28	388,092.31	4,657,107.75
FILLING TC	43.96	545,378.75	6,544,545.00
Sacheting DL kecil	11.48	142,448.56	1,709,382.75
R 27	4.49	55,667.36	668,003.8
<b>Total</b>	<b>123.39</b>	<b>1,530,764.32</b>	<b>18,368,955.87</b>

**Tabel 5.**  
Usulan perubahan untuk perbaikan situasi

No	Usulan perubahan yang dapat dilakukan	Aksi untuk perbaikan situasi
1	Memastikan limbah B3 <i>vacuum</i> bersih dari pengotor	Pengadaan selang <i>vacuum</i> cadangan, sebagai cadangan saat proses pembersihan agar tidak ada pengotor
2	Menjaga konsistensi operator dalam penerapan perancangan sistem minimasi limbah B3	Melakukan sosialisasi kepada seluruh operator produksi terkait sistem minimasi limbah B3 dan mengingatkan kembali saat <i>briefing</i>

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan metode *Soft System Methodology* (SSM) sumber utama limbah B3 di PT. XYZ adalah dari mesin yang memiliki *vacuum*, metode kerja yang kurang tepat serta pengetahuan dan kesadaran operator terhadap limbah B3 yang dihasilkan saat proses produksi. Untuk meminimasi jumlah limbah B3, diajukan sembilan aktivitas perbaikan yang sudah dibandingkan dengan kondisi dunia nyata yaitu mengidentifikasi mesin dan operasi yang menyumbang limbah B3, kemudian diurutkan dari jumlah limbah paling tinggi ke paling rendah dengan konsep pareto. Training kepada operator supaya lebih *aware* terhadap limbah B3 dilakukan oleh supervisor produksi, training berisi pengetahuan mengenai potensi sumber ceceran limbah B3 serta dampaknya bagi lingkungan. Penggunaan alas / *secondary containment* pada titik ceceran yang sudah diidentifikasi terlebih dahulu letaknya. Merubah metode menuangkan bahan baku ke mesin agar tidak tercecer dibantu oleh tim engineering dalam proses persiapannya. Perbaikan kebocoran *outlet* saat *mixing* oleh tim *engineering* dengan penambahan karet pada area *outlet* mesin agar kedap. Pembuatan alat bantu untuk

mengeluarkan bahan dari mesin agar tidak berceceran dengan cara membuat saluran tambahan pada *outlet* mesin yang menyambungkannya langsung ke wadah penampung bahan baku hasil *mixing*. Melakukan sosialisasi kepada operator terkait metode penyimpanan bahan baku hasil *mixing* agar tidak bocor, sebelumnya perlu disiapkan terlebih dahulu ilustrasi cara penyimpanan yang benar dan penyebab kebocorannya. Menggunakan kembali (*reuse*) limbah B3 *vacuum* dengan mencampurkannya pada saat *mixing* (*recycle*) yang sudah dikoordinasikan dengan QA terkait kandungan kadar pada obat terkait. Membuat SOP dan standarisasi penanganan limbah serbuk B3 bekerja sama dengan QA sebagai pihak berwenang memberikan persetujuan atas prosedur yang dimaksud.

Setelah menerapkan usulan perbaikan tersebut terhadap sistem nyata dihasilkan efisiensi sebesar Rp. 18,368,995.87/tahun. Adapun tindakan yang harus dilakukan untuk perbaikan situasi yaitu memastikan limbah B3 hasil *vacuum* bersih dari pengotor dan menjaga konsistensi operator dalam penerapan perancangan sistem minimasi limbah B3.

## 5.2 Saran

Bagi penulis yang akan melakukan penelitian selanjutnya disarankan untuk merancang usulan perbaikan bagi operasi dan mesin lain yang tidak termasuk kedalam penelitian ini, yaitu ruangan dan operasi produksi yang menyumbang 20% limbah B3 berdasarkan diagram pareto. Bagi perusahaan, disarankan untuk memeriksa secara berkala spesifikasi produk yang dicampur limbah B3 *vacuum* pada saat proses *mixing* untuk memastikan kualitas produk tetap terjaga.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Adamides, E D; Mitropoulos, P; Giannikos, I; Mitropoulos, I. 2009. A multi-methodological approach to the development of a regional solid waste management system. *Journal of the Operational Research Society*, 60(6), 758–770.
2. Bunch, M.J. and Dudycha, D.J. 2003. Linking conceptual and simulation models of the Cooum River: collaborative development of a GIS-based DSS for environmental management. *Computers, Environ. Urban Syst.*, 2003, 27, 1–18.
3. Chan, S.L. and Choi, C.F. 1997. A conceptual and analytical framework for business process reengineering. *Int. J. Prod. Econ.*, 1997, 50, 211–223.
4. Checkland, P. and Scholes, J., *Soft Systems Methodology in Action*. (JohnWiley & Sons: Chichester).
5. DLH. 2019. Pengertian Limbah B3 (Bahan Berbahaya Beracun). (<https://dlh.bulelengkab.go.id/>)
6. Jagodzinski, P., Reid, F. J. ., Culverhouse, P., Parsons, R., & Phillips, I. (2000). A study of electronics engineering design teams. *Design Studies*, 21(4), 375–402.
7. Lino F. A. M, and Ismail K. A. R., 2012. Analysis of Potential of Municipal Solid Waste in Brazil, *Environmental Development*, Vol: 4, PP: 105- 113
8. Mohan Yellishetty, Gavin M. Mudd, P. G. Ranjith, and A. Tharumarajah. 2011. Environmental Life Cycle Comparisons of Steel Production and Recycling: Sustainability Issues, Problems and Prospects, *Environmental Science & Policy*, Vol: 14, No: 6, PP: 650- 663.
9. Naim, M. and Barlow, J. 2003. An innovative supply chain strategy for customized housing. *Construct. Mgmt Econ.*, 2003, 21, 593–602.
10. Nugroho, Heru. 2012. Pendekatan Soft System Methodology Untuk Membangun Sebuah Sistem Informasi Proyek Akhir.
11. Peternakan. 2020. Siasat Bertahan Industri Obat Hewan. (<http://www.agrina-online.com>).
12. Sabir Syed. 2006. Solid and Liquid Waste Management, *Emirates Journal for Engineering Research*, Vol: 11, No: 2, PP: 19-36
13. Samiha, Bouanini. 2013. The Importance of the 3R Principle of Municipal Solid Waste Management for Achieving Sustainable Development. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, [S.I.], v. 4, n. 3, p. 129, sep. 2013. ISSN 2039-2117
14. Zhou, L., Naim, M. M., & Wang, Y. 2007. Soft systems analysis of reverse logistics battery recycling in China. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 10(1), 57–70.