

PERANCANGAN SISTEM UNTUK MINIMASI LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN MENGGUNAKAN PENDEKATAN SSM (SOFT SYSTEM METHODOLOGY) DAN PRINSIP 3R (REDUCE, REUSE, RECYCLE) DI PT SINAR SOSRO UNGARAN

Dyah Adristi Lupitasari¹, Nia Budi Puspitasari¹

¹Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Abstrak

PT Sinar Sosro Ungaran merupakan perusahaan yang memproduksi minuman sehingga memiliki hasil samping dari proses produksi berupa limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Jenis limbah yang dihasilkan oleh PT Sinar Sosro Ungaran antara lain limbah sisa laboratorium, filter bekas, aki bekas, oli bekas, kain majun terkontaminasi LB3, limbah terkontaminasi LB3, kemasan bekas LB3, dan limbah elektronik. PT Sinar Sosro Ungaran menggunakan jasa pihak pengelolaan LB3 dalam pengolahan pembuangan limbah B3. Biaya pengelolaan pembuangan ini merupakan kegiatan yang tidak memberikan nilai profit bagi perusahaan. Adanya batas simpan LB3 yaitu 180 hari, maka limbah dengan jumlah banyak maupun sedikit yang sudah melebihi batas simpan harus dilakukan pengangkutan dengan biaya yang sama. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem minimalisasi limbah B3 dengan menggunakan pendekatan Soft System Methodology (SSM) dan prinsip 3R (Reduce, Reuse, Recycle). Hasil penelitian menunjukkan 0,7895 ton LB3 telah dihasilkan oleh PT Sinar Sosro Ungaran dengan 0,4907 ton masih disimpan di TPS selama periode Januari-Desember 2022. Oleh karena itu, penerapan usulan minimasi LB3 tersebut dapat dilakukan dengan cara yaitu penjadwalan maintenance efektif, modifikasi metode kerja, dan penerapan Standar Operasional Prosedur (SOP) dengan konsep Triple Rinsing.

Kata Kunci: LB3, Soft System Methodology (SSM), prinsip 3R (Reduce, Reuse, Recycle)

Abstract

PT Sinar Sosro Ungaran is a company that produces beverages products so that it has a hazard waste or B3 waste (Hazardous and Toxic Substances) of the production process. The types of hazard waste produced by PT Sinar Sosro Ungaran include laboratory waste, used filters, used batteries, used oil, LB3 contaminated rags, LB3 contaminated waste, LB3 used packaging, and electronic waste. PT Sinar Sosro Ungaran uses the services of a 3rd party services in processing B3 waste disposal. The cost of managing this disposal is an activity that does not provide profit value for the company. There is a storage limit for LB3, which is 180 days, so large or small amounts of waste that have exceeded the storage limit must be transported with the same cost. This study aims to design a LB3 minimization system using the Soft System Methodology (SSM) approach and the 3R principles (Reduce, Reuse, Recycle). The results showed that 0.7895 tons of LB3 had been produced by PT Sinar Sosro Ungaran with 0.4907 tons still stored in TPS during the January-December 2022 period. Therefore, the implementation of the proposed LB3 minimization can be done by scheduling effective maintenance, modifying work methods, and implementation of Standard Operating Procedures (SOP) using Triple Rinsing concept.

Keywords: LB3, Soft System Methodology (SSM), 3R principles (Reduce, Reuse, Recycle)

1. Pendahuluan

Pabrik minuman merupakan industri yang sangat penting dan memegang peranan vital dalam kehidupan sehari-hari sehingga keberadaannya harus terus dikembangkan. Proses produksi industri minuman memerlukan bahan kimia serta bahan pendukung lainnya yang dikategorikan sebagai Limbah Bahan Beracun dan Berbahaya (LB3), sehingga memerlukan penanganan khusus. LB3

menurut Ratman (2015) merupakan limbah atau kombinasi limbah yang karena kuantitas, konsentrasi, atau sifat kimia dan fisika yang memiliki potensi berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan.

PT Sinar Sosro Ungaran merupakan salah satu pabrik minuman besar di Indonesia yang terletak di Kabupaten Semarang. Kegiatan pembuatan minuman

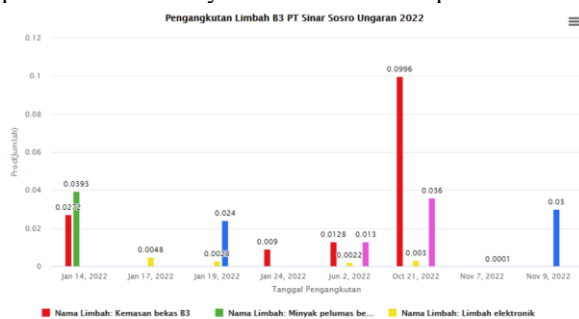
*Penulis Korespondensi.

E-mail:

dyahadristilupitasar@students.undip.ac.id

di PT Sinar Sosro Ungaran menghasilkan produk sampingan seperti limbah laboratorium, filter bekas, aki bekas, oli bekas, kain majun terkontaminasi LB3, limbah terkontaminasi LB3, kemasan bekas LB3, dan limbah elektronik. Pengelolaan LB3 harus dimulai dari awal limbah tersebut terbentuk, sampai limbah dihilangkan atau bahkan dapat meminimasi secara kuantitas maupun konsentrasi zat berbahayanya. Tujuannya adalah untuk mencegah terjadinya pencemaran lingkungan. PT Sinar Sosro telah melakukan kegiatan pengelolaan LB3 diantaranya pengolahan, pengumpulan, pengemasan, penyimpanan, pengangkutan, dan pelekatan simbol serta label LB3.

PT Sinar Sosro Ungaran mengangkut LB3 dua kali dalam satu tahun dari Tempat Pembuangan Sementara (TPS) ke pihak perusahaan pengelolaan LB3 tingkat akhir atau pihak pengelolaan LB3. Kegiatan penyimpanan dan pengangkutan kepada pihak pengelolaan LB3 sebenarnya kurang maksimal karena pengeluaran biaya yang besar hanya untuk melakukan pengangkutan LB3. Biaya pengangkutan ini merupakan kegiatan yang tidak memberikan nilai profit bagi perusahaan. Berdasarkan Gambar 1. terdapat limbah dengan jumlah yang sedikit tetapi sudah melebihi batas simpan yaitu 180 hari harus dilakukan pengangkutan dengan biaya yang sama ketika jumlah limbah jenis tersebut berjumlah banyak. Seperti pada pengangkutan jenis limbah kemasan bekas LB3 tanggal 2 Juni 2022 sejumlah 0,0128 ton selanjutnya dilakukan pengangkutan kembali pada tanggal 21 Oktober 2022 sejumlah 0,0996 ton dengan jumlah biaya yang sama. Hal tersebut menunjukkan pemborosan pengangkutan yang berulang dan mengharuskan perusahaan membayar biaya transportasi *charge* minimal 4 pallet per satu kali proses pengangkutan dan biaya pemusnahan limbah per m³ karena adanya batasan waktu simpan.



Gambar 1. Pengangkutan Limbah B3 PT Sinar Sosro Ungaran 2022

Dari data pada Gambar 1. maka diperlukan pengolahan secara internal terlebih dahulu sebelum dilakukan penyimpanan di TPS. Hal ini bertujuan untuk meminimasi seminimal mungkin LB3 yang dapat disimpan di TPS sehingga memungkinkan penghematan biaya pengangkutan ke pihak pengelolaan LB3. Dengan kata lain memperpanjang waktu penggunaan produk sebelum benar-benar dikategorikan sebagai LB3. 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. *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 mengambil langkah perbaikan (Checkland dan Poulter, 2010). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini antara lain untuk mengidentifikasi potensi limbah LB3 yang dihasilkan selama proses operasi; merancang desain system minimasi LB3 berdasarkan tahapan SSM dan prinsip 3R; dan memberikan usulan perbaikan sebagai upaya minimalisir LB3 yang dihasilkan PT Sinar Sosro Ungaran.

Penelitian dengan topik yang sama sebelumnya sudah dilakukan yaitu penelitian dari (L. Zhou, M. M. Naim dan Y. Wang, 2007). Penelitian ini berjudul “*Soft Systems Analysis of Reverse Logistics Battery Recycling in China*” menganalisis praktik logistik daur ulang baterai China dengan metode SSM menghasilkan usulan agar memperkenalkan lebih dahulu praktik baru yang dapat ditingkatkan ke badan legislative. Penelitian dari (E.D. Adamides, 2009) berjudul “*A Multi-Methodological Approach to the development of a regional solid waste management system*” menggunakan desain SSM dengan obyek sampah padat menghasilkan sebuah usulan model bioobjektif dikembangkan dan digunakan bersama dengan GIS untuk menentukan lokasi fasilitas pengolahan dan stasiun transfer sampah. Penelitian (N. Sukarlina, 2022) berjudul “Perancangan Sistem untuk Minimasi Limbah B3 di PT. XYZ Menggunakan Pendekatan SSM (*Soft System Methodology*)” menghasilkan implementasi dengan prinsip 3R memberikan perubahan dari segi efisiensi biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan.

Penelitian berjudul “Perancangan Bank Sampah Sebagai Alternatif Minimasi Sampah Kertas dengan Pendekatan *Soft System Methodology* (SSM)” dari (Dodi Rahmad, 2023) menghasilkan usulan bank sampah sebagai salah satu upaya menanggulangi sampah kertas di kampus UGM serta dalam rangka mewujudkan *sustainable campus* melalui program 3R. Selanjutnya, penelitian (Ratman C. R., 2010) berjudul “Penerapan Pengelolaan Limbah B3 di PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia” dengan usulan berupa penggunaan sistem pengelolaan LB3 dengan mesin incinerator secara optimal. Penulis membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu obyek cakupan sistem pengelolaan LB3 terdiri dari 3 departemen sebagai *konstrain* permasalahan. Penelitian ini juga sebagai penyumbang penelitian pertama untuk perusahaan minuman FMCG (*Fast Moving Customer Goods*).

2. Studi Literatur Limbah B3 (LB3)

Limbah merupakan sisa suatu usaha atau kegiatan. LB3 adalah zat, energi dan atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi, dan atau jumlahnya baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemari atau merusa lingkungan hidup, kesehatan serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. LB3 merupakan sisa suatu usaha atau kegiatan yang mengandung LB3 (PP Nomor 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan LB3). LB3 membutuhkan kontrol ketat dalam proses penanganan, transportasi, pengolahan dan pembuangan. Sistem pengelolaan LB3 termasuk pengumpulan LB3 hingga pengangkutan hingga tempat pengolahan atau pembuangan akhir (Yilmaz O, 2016). Sumber penghasil LB3 dapat berasal dari industri, pertambangan, transportasi, laboratorium, laboratorium kimia, rumah tangga, dan proses alam.

Sistem Pengelolaan LB3

Pengelolaan limbah B3 adalah rangkaian kegiatan yang mencakup reduksi, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan penimbunan limbah B3 (PP Nomor 101 Tahun 2014). Tujuan pengelolaan limbah B3 adalah untuk mencegah dan menanggulangi pencemaran atau kerusakan lingkungan hidup yang diakibatkan oleh limbah B3 serta melakukan pemulihan kualitas lingkungan yang sudah tercemar sehingga sesuai dengan fungsinya kembali (Permen LH Nomor 30 Tahun 2009. Berdasarkan peraturan Pemerintah No 101 Tahun 2014, pengelolaan LB3 di Indonesia mengikuti tahapan berikut :

a. Pengurangan

Pengurangan adalah kegiatan penghasil limbah B3 untuk mengurangi jumlah dan/atau mengurangi sifat bahaya dan/atau racun dari limbah B3 sebelum dihasilkan dari suatu kegiatan atau usaha. Pengurangan dapat dilakukan melalui substitusi bahan, modifikasi proses atau penggunaan bahan yang ramah lingkungan.

b. Penyimpanan

Penyimpanan merupakan kegiatan penampungan sementara limbah B3 sampai jumlah yang mencukupi untuk diangkut atau diolah dengan masa simpan selama 180 hari dihitung dari limbah tersebut tercatat tiba di TPS. Limbah cair dapat dimasukkan ke dalam drum dan disimpan dalam gudang yang terlindungi dari panas dan hujan. Limbah B3 bentuk padat/lumpur disimpan dalam bak penimbun yang dasarnya dilapisi dengan lapisan kedap air. Proses penyimpanan terdiri dari pewadahan dan pelabelan. Bahan yang digunakan untuk wadah dan sarana lainnya dipilih berdasar karakteristik buangan. Contoh untuk buangan yang korosif disimpan dalam wadah yang terbuat dari fiber glass. Limbah B3 yang disimpan pada wadah wajib dilekati dengan label limbah B3 sesuai dengan karakteristik limbah yang ditampung.

c. Pengumpulan

Pengumpulan limbah B3 merupakan kegiatan mengumpulkan limbah dari penghasil LB3 sebelum

diserahkan kepada pemanfaat LB3, pengolah LB3, dan/atau penimbun LB3. Pengumpul adalah badan usaha berijin yang melakukan pengumpulan LB3 sebelum dikirim ke tempat pengolahan LB3, pemanfaatan dan/atau penimbunan LB3. Badan usaha berijin ini sering disebut pihak pengelolaan LB3.

d. Pengangkutan

Ketika penuh, wadah yang ada di tempat penyimpanan sementara diangkut menuju pihak yang telah memiliki izin untuk pembuangan limbah B3. Semua proses ini dilakukan oleh tiga pekerja yang telah dilatih untuk mengontrol, memberi label, dan manajemen dari pengelolaan limbah B3 (Lara E.R, 2016). Sarana pengangkutan yang dipakai mengangkut limbah B3: truk, keretaapi dan kapal.

e. Pengolahan

Pengolahan limbah B3 adalah kegiatan untuk mengurangi dan/atau menghilangkan sifat bahaya dan/atau sifat racun. Kegiatan ini wajib dilakukan oleh setiap orang yang menghasilkan limbah B3. Bila penghasil limbah B3 tidak mampu melakukan pengolahan sendiri maka pengolahan limbah B3 diserahkan kepada pengolah limbah B3. Pengolahan limbah B3 dapat dilakukan dengan cara termal, stabilisasi dan solidifikasi dan/atau cara lain sesuai dengan perkembangan teknologi.

SSM (Soft System Methodology)

Soft Systems Methodology (SSM) adalah cara terorganisir untuk mengatasi situasi problematika yang dirasakan. Berorientasi pada tindakan, mengatur pemikiran tentang situasi tertentu sehingga tindakan yang diambil untuk membawa perbaikan (Checkland & Poulter, 2010). SSM adalah cara yang berguna untuk menangkap kebutuhan pengguna. SSM berkonsentrasi pada perspektif stakeholder dan dengan demikian memfasilitasi keterlibatan pengguna. Selain itu, alat yang digunakan (CATWOE dan Rich Picture) mudah untuk digunakan dan dipahami, hal ini memungkinkan partisipasi lanjutan dari kelompok pengguna. Jadi manfaat utama dari SSM adalah membuat keinginan untuk pindah dari masalah tidak terstruktur menjadi masalah terstruktur sesuai dengan perubahan yang diinginkan (Biggam J., 2001) Dengan menggunakan analisis CATWOE, membantu mengurangi situasi yang kompleks menjadi beberapa kunci yang relevan.

Prinsip 3R (Reduce, Reuse, Recycle)

Hal pertama yang dilakukan dalam pengelolaan limbah adalah mengurangi limbah tersebut (*reduce*) dan memisahkan potensi daur ulang dari sumbernya untuk meningkatkan kualitas material supaya dapat digunakan kembali (*reuse*) (Samiha B., 2013). 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. Konsep *reduce* dapat dilakukan dengan cara mengurangi pemakaian barang yang memiliki masa pemakaian berulang-ulang sehingga dapat menekan laju timbulan

sampah harian yang ada. *Reuse* merupakan sebuah upaya untuk menggunakan kembali barang bekas tanpa harus mengalami perubahan secara kimia maupun biologi, sehingga suatu barang memiliki fungsi pemakaian yang beragam dan dengan waktu yang lebih lama. *Recycle* yaitu mendaur-ulang bahan-bahan yang dapat didaur-ulang.

3. Metode Penelitian

Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data dilakukan di Departemen Produksi, *Quality Control*, dan *Utility* PT Sinar Sosro Ungaran. Pengumpulan data dilakukan dengan metode observasi secara langsung, dokumentasi, dan wawancara kepada karyawan dan supervisor yang terkait pengelolaan LB3. Data yang dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder yaitu sebagai berikut:

1. Data Primer

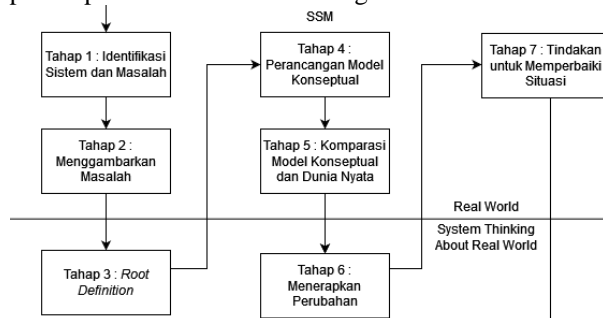
Data primer didapatkan dari observasi langsung pada lokasi objek penelitian yaitu Departemen Produksi, *Quality Control*, *Utility*, dan TPS untuk mendapatkan data berupa fakta-fakta yang berkaitan dengan masalah yang diteliti, proses produksi, dan hasil wawancara pada pihak-pihak. Wawancara dilakukan dengan melibatkan operator, PIC TPS, PIC Bengkel Forklift, supervisor Departement QC, dan supervisor Departemen Production & Maintenance.

2. Data Sekunder

Hampir semua data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang didapat dari dokumen atau arsip perusahaan pada tahun 2022. Data data tersebut antara lain adalah dokumen neraca LB3, kartu stock / logbook TPS, SOP pengelolaan LB3, rekap pengangkutan LB3 ke pihak pengelolaan LB3, dan *manifest*.

Pengolahan Data

Tahap pengolahan data merupakan tahap dimana peneliti akan melakukan pengolahan terhadap data-data yang telah diperoleh sebelumnya. Pada tahap ini peneliti akan mengolah data sesuai dengan tujuan-tujuan *output* yang akan dicapai. Adapun gambaran proses penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Tahapan Pengolahan Data

Tahapan perancangan usulan minimasi LB3 yang dilakukan adalah sebagai berikut:

a. Tahap 1 : Identifikasi Sistem dan Masalah

Mengidentifikasi sistem dari *input*, proses, dan *output* yang ada pada proses terbentuknya LB3 dan mendefinisikan masalah-masalah apa saja yang terjadi.

b. Tahap 2 : Menggambarkan Masalah

Menggambarkan situasi permasalahan yang terjadi pada proses terbentuknya LB3 hingga pengelolaan menggunakan *rich picture* diagram. Hal ini untuk mengetahui penyebab dan akibat dari situasi keadaan.

c. Tahap 3 : Root Definition

Mendefinisikan akar permasalahan dari aktivitas yang relevan. *Root definition* menggunakan formula PQR dan CATWOE (*Customer, Actor, Transformation, Worldview, Owner, Environment Constraint*). 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, 2010).

d. Tahap 4 : Perancangan Model Konseptual

Membuat model konseptual dari akar masalah yang sudah didefinisikan sebelumnya menggunakan prinsip 3R.

e. Tahap 5 : Komparasi Modek Konseptual dan Dunia Nyata

Membandingkan model dengan dunia nyata dan menyusun tahapan agar sesuai dengan tujuan.

f. Tahap 6 : Menerapkan Perubahan

Melakukan perubahan yang diinginkan secara sistematis

g. Tahap 7 : Tindakan untuk Meperbaiki Situasi

Melakukan perbaikan atau solusi untuk sistem yang direkomendasikan.

4. Hasil dan Pembahasan

Identifikasi Sumber Potensi LB3

Sebagai perusahaan yang memproduksi minuman, PT Sinar Sosro Ungaran menghasilkan LB3 yang beragam. Untuk melakukan pengelolaan yang baik, maka diperlukan identifikasi sumber LB3 sesuai dengan karakteristik limbah tersebut. Selama kurun waktu 12 bulan, total timbulan LB3 yang telah disimpan di TPS selama periode Januari-Desember 2022 sebesar 0,7895 ton. Total 8 jenis LB3 yang sudah teridentifikasi berdasarkan Neraca Limbah LB3 PT Sinar Sosro Ungaran.

Tabel 1. Timbulan LB3 di TPS PT Sinar Sosro Ungaran periode Januari-Desember 2022

Kode Limbah	Nama LB3	Berat Limbah (Ton)	Persentase yang Dihasilkan (%)	Telah Dikelola Lanjut (Ton)	Disimpan TPS (Ton)	Persentase Telah Dikelola (%)
A102d	Aki bekas	0	0%	0	0	0%
B104d	Kemasan Bekas LB3 (Botol Tinta)	0,016	2%	0,1486	0,0954	49%
B104d	Kemasan Bekas LB3 (Jerigen)	0,2280	29%			
B105d	Minyak pelumas bekas (oli) Limbah	0,425	54%	0,0393	0,3857	13%
A106d	Laboraturrium Mengandung L3	0,049	6%	0,054	0	18%

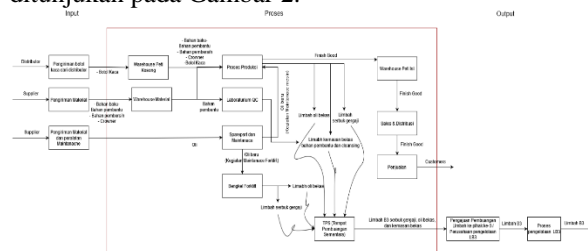
Tabel 1. Timbulan LB3 di TPS PT Sinar Sosro
Ungaran periode Januari-Desember 2022 (Lanjutan)

Kode Limbah	Nama LB3	Berat Limbah (Ton)	Persentase yang Dihasilkan (%)	Telah Dikelola Lanjut (Ton)	Disimpan TPS (Ton)	Persentase Telah Dikelola (%)
B107d	Limbah elektronik (Komponen elektrik)	0	0%	0,0128	0,005	4%
B107d	Limbah elektronik (lampu TL bekas)	0,0178	2%			
A108d	Limbah Terkontaminasi LB3 (kuas/rol cat, kaleng cat terkontaminasi LB3)	0,0001	0,01%	0,0491	0,0046	16%
A108d	Limbah Terkontaminasi LB3 (Serbuk kayu)	0,013	2%			
A108d	Filter oli	0,04060	5%			
B110d	Kain majun bekas terkontaminasi LB3	0	0%	0	0	0%
Total		0,7895	100%	0,3038	0,4907	100%

Berdasarkan Tabel 1. terdapat 6 jenis limbah yang dihasilkan selama tahun 2022 antara lain Limbah ex-laboratorium, filter oli, limbah terkontaminasi LB3, kemasan bekas LB3, limbah elektronik, dan minyak pelumas bekas (oli). Limbah terbanyak yang telah dihasilkan dan disimpan di TPS adalah oli bekas sebesar 0,425 ton dengan persentase 54%. Sementara limbah terendah yang telah dihasilkan yaitu Limbah Terkontaminasi LB3 (kuas/rol cat, kaleng cat terkontaminasi LB3) sebesar 0,013% selama periode satu tahun terakhir. Selain itu, dapat dilihat juga bahwa limbah kemasan bekas LB3 menjadi penyumbang terbesar jumlah pemusnahan atau pengelolaan lebih lanjut oleh pihak pengelolaan LB3. Hal ini berarti PT Sinar Sosro Ungaran mengeluarkan biaya pemusnahan terbesar pada jenis LB3 yaitu kemasan bekas LB3. Oleh karena itu, kemasan bekas LB3 menjadi konsentrasi / urgensi untuk dilakukan pengelolaan internal terlebih dahulu.

Tahap 1 : Identifikasi Sistem dan Masalah

Penggambaran identifikasi sistem penelitian ini menggunakan diagram *input*, proses, *output* kondisi eksisting pengelolaan LB3 PT Sinar Sosro Ungaran. Gambaran mengenai identifikasi dari masalah ditunjukkan pada Gambar 2.



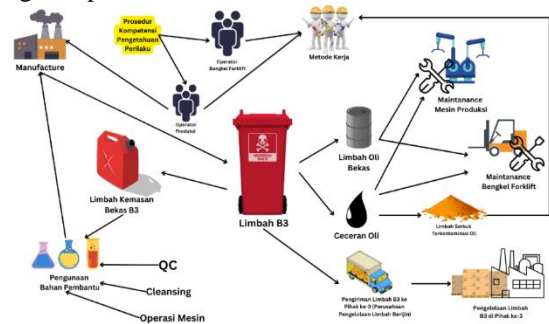
Gambar 2. Identifikasi Sistem dan Masalah

Faktor yang mempengaruhi tingginya jumlah limbah B3 di PT Sinar Sosro Ungaran yaitu karakter bahan baku, konstruksi mesin produksi dan metode kerja. Karakter bahan baku yang cair seperti oli bekas

dapat dengan mudah tercecer ke lantai sehingga merupakan potensi LB3. Limbah bekas oli ini berasal dari proses produksi *maintance* mesin dan bengkel forklift. Metode kerja yang tidak tepat dapat menimbulkan limbah B3 yaitu ceceran oli. Jenis limbah kemasan bekas B3 seperti kemasan jerigen bekas oli dan bekas bahan pembantu lainnya berasal dari proses produksi dan laboratorium QC. Limbah kemasan ini merupakan limbah satu kali pakai dan berbahan plastik. Oleh sebab itu, limbah kemasan bekas B3 tidak bisa dihilangkan atau dikurangi (*reduce*) karena kebutuhan proses produksi harus menggunakan bahan pembantu tersebut, tetapi limbah ini berpotensi dapat digunakan kembali (*reuse*) dari proses daur ulang (*recycle*).

Tahap 2 : Menggambarkan Masalah

Rich picture dibuat untuk memberikan gambaran terkait permasalahan pada sistem limbah B3 yang kompleks.



Gambar 3. Rich Picture Diagram

Tahap 3 : Root Definition

Root definitions dibuat menggunakan formula PQR dan CATWOE. Formula PQR digunakan untuk mengisi *root definition*, dan menetapkan aktivitas yang bertujuan sebagai transformasi.

Tabel 2. Root Definition

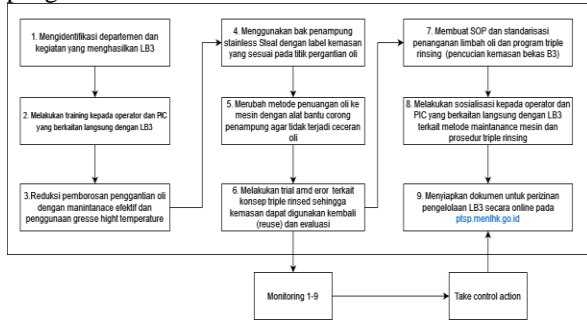
Root Definition	Perancangan sistem pengelolaan LB3 menggunakan <i>soft system methodology</i> (P) dengan pendekatan 3R (<i>Reduce, Reuse, & Recycle</i>) (Q) untuk menimasi jumlah LB3 di PT Sinar Sosro Ungaran (R)
-----------------	--

Analisis CATWOE

Customer (C)	PT Sinar Sosro Ungaran
Actor (A)	Operator produksi, teknisi bengkel forklift, PIC LB3, PT Sinar Sosro Ungaran, dan vendor pengelolaan limbah B3 (PT Prasadha Pamunah Limbah Industri dan PT Wiraswasta Gemilang Indonesia)
Transformation (T)	Pengelolaan LB3 dan proses <i>maintance</i> di PT Sinar Sosro Ungaran
Worldview (O)	Terciptanya manufaktur yang lebih efisien
Owner (O)	Tim Manufaktur / produksi
Environment	Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3)

Tahap 4 : Perancangan Model Konseptual

Model konseptual dirancang dari perspektif penulis untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan. Gambar 4. menunjukkan model konseptual pada penelitian ini. Terdapat 9 aktifitas yang akan dilakukan dalam upaya meminimasi limbah B3. Aktivitas-aktivitas tersebut dimonitoring untuk selanjutnya pengambilan tindakan.



Gambar 4. Model Konseptual

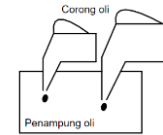
Tahap 5 : Komparasi Model Konseptual dan Dunia Nyata

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. Proses komparasi pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3:

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

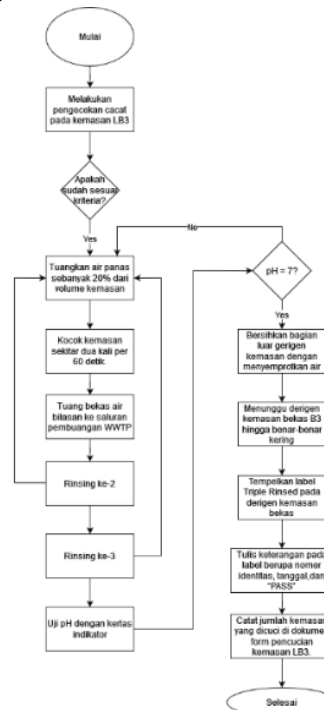
Model konseptual diimplementasikan pada PT Sinar Sosro Ungaran sebagai *customers* yang memiliki tujuan untuk mengurangi limbah B3 yang dihasilkan dari proses produksi minuman Sosro. Dalam model konseptual diatas, operator produksi, operator maintenance bengkel forklift, dan PIC LB3 berperan sebagai pelaksana di setiap aktivitas yang diusulkan, perannya sangat penting sehingga harus dipastikan setiap operator memiliki pemahaman yang sama terkait limbah B3 maupun prosedur untuk meminimasinya. Supervisor produksi memiliki kewenangan untuk mengawasi pelaksanaan prosedur minimasi limbah B3 serta melakukan sosialisasi dan *coaching* kepada operator.

Limbah jenis bahan terkontaminasi LB3 dapat dilakukan pengurangan (*reduce*) dengan mencegah potensi tertumpahnya oli di lantai. Limbah jenis ini antara lain serbuk kayu dan cat kayu terkontaminasi oli berasal dari tumpahan oli yang digunakan untuk membersihkan tumpahan tersebut. Penggunaan corong oli yang sesuai ukuran volume pada forklift. Hal ini dapat mencegah terjadinya tumpahan oli ketika operator bengkel menuang oli dari wadah ukuran besar. Aplikasi sederhana dapat dilakukan dengan membuat tempat corong seperti rak telur. Oli yang tertampung adalah oli yang relatif masih baru. Oli ini masih dapat dimanfaatkan kembali (*reuse*) sebagai pelumas pada saat penyetulan mesin.



Gambar 5. Corong Oli

Implementasi reduksi pada jenis limbah oli dapat dilakukan dengan membuat jadwal *maintenance* yang efektif. Jadwal maintenance dilakukan setiap Jumat ketika proses produksi sudah selesai. Penggunaan grease high temperature pada mesin yang beroperasi di suhu tinggi juga dapat diterapkan untuk mengurangi pemborosan oli. Proses pencucian kemasan terkontaminasi LB3 pada prinsipnya adalah kegiatan pengolahan untuk menghilangkan kandungan kontaminan LB3 pada suatu kemasan agar aman untuk digunakan kembali. Jenis kemasan yang dapat di cuci di PT Sinar Sosro Ungaran berjenis derigen plastik yang terkontaminasi cat, oli atau bahan kimia. Kemasan-kemasan tersebut dicuci dengan bilasan air panas yang dimasukkan ke dalam kemasan untuk kemudian dapat diputar atau dikocok. Kemasan-kemasan yang telah dicuci dan dipastikan tidak mengandung LB3 dapat digunakan kembali sebagai kemasan bahan kimia atau dijual kepada pihak pengelolaan LB3. Prosedur pencucian kemasan (*recycle*) diusulkan oleh penulis dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Flowchart Procedure Triple Rinsing

Berdasarkan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, dan Recycle*) yang telah dilakukan, elemen pengukuran performa *Effective* tercapai karena jumlah limbah B3 sudah berhasil dikurangi sesuai dengan target yang diterapkan. Adapun rincian aksi implementasi prinsip 3R (*Reduce, Reuse, dan Recycle*) untuk perbaikan situasi dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3. Proses Komparasi Model Konseptual dengan Dunia Nyata

No	Aktivitas	Syarat	Unit Terkait	Langkah	Hasil	Refleksi dengan Tujuan
1	Mengidentifikasi departemen dan kegiatan yang menghasilkan LB3	Mengetahui jenis dan jumlah LB3 yang dihasilkan oleh setiap departemen serta kegiatan yang menghasilkan LB3	Supervisor produksi dan QC	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mencatat limbah yang dihasilkan setiap akhir bulan per departemen 2. Mengurutkan area penumbang limbah B3 terbanyak menggunakan diagram pareto 	Diketahui kegiatan dan operasi apa saja yang menghasilkan limbah paling banyak sehingga usulan perbaikan dapat difokuskan pada area tersebut.	Membantu menentukan fokus area menyumbang limbah B3 terbanyak, sehingga jumlah minimasi akan signifikan.
2	Melakukan <i>training</i> kepada operator dan PIC yang berkaitan langsung dengan LB3	Semua operator produksi dan PIC yang berkaitan langsung dengan LB3 memiliki <i>awareness</i> yang sama terhadap sumber limbah B3 serta dampak yang dihasilkan	Supervisor produksi, supervisor QC, supervisor utility, operator produksi, dan PIC LB3.	<ol style="list-style-type: none"> 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	Mendukung dan membantu pelaksanaan minimasi limbah B3 secara konsisten
3	Reduksi pemborosan penggantian oli dengan <i>maintanance</i> efektif dan penggunaan <i>grease</i> high temperature	Penjadwalan dilakukan secara efektif yaitu setiap hari Jumat dan penggunaan <i>grease</i> high temperature pada mesin yang beroperasi di suhu tinggi	Operator produksi sekaligus <i>maintanance</i> dan PIC bengkel forklift	<ol style="list-style-type: none"> 1. Penjadwalan <i>maintanance</i> dilakukan hari Jumat 2. Identifikasi mesin yang memerlukan oli dalam jumlah banyak dan beroperasi pada suhu tinggi 3. Lakukan penggantian oli sewajarnya dan tidak membuang-buang sumber daya 4. Pada mesin beroperasi suhu tinggi gunakan <i>grease</i> high temperature sesuai dengan masing-masing suhu mesin 	Diketahui frekuensi pergantian oli yang efektif	Berkontribusi dalam mengurangi pemborosan penggunaan oli sehingga limbah oli bekas dapat berkurang
4	Menggunakan bak penampung <i>stainless steal</i> dengan label kemasan yang sesuai pada titik pergantian oli	Adanya alat yang bisa mengurangi ceceran saat mengeluarkan oli dari mesin karena bahan <i>stainless steal</i> aman dari kebocoran dan sifatnya lebih mudah dicuci. Label kemasan pada wadah <i>stainless steal</i> dapat diketahui oleh banyak sebagai LB3	Tim <i>Maintanance</i> produksi dan bengkel forklift	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat wadah penampung oli berbahan <i>stainless steal</i> yang memiliki pegangan agar mudah digunakan dan adanya takaran ukuran pada wadah 2. Menempelkan label berbahaya agar mudah dikenali sebagai kategori LB3 	<p>Diketahui jumlah dari oli bekas yang dihasilkan setiap pergantian</p> <p>Diketahui ceceran oli pada lantai berkurang</p> <p>Wadah mudah dicuci dan digunakan kembali</p> <p>Mengedukasi bahwa wadah penampung oli bekas termasuk LB3</p>	<p>Alat bantu yang ada mengurangi kemungkinan adanya tumpahan oli</p> <p>Wadah <i>stainless steal</i> dapat digunakan kembali (<i>reuse</i>)</p>
5	Merubah metode penuangan oli ke mesin dengan alat bantu corong penampung agar tidak terjadi ceceran oli	Alat bantu yang bisa mengurangi ceceran oli di lantai	Tim <i>Maintanance</i> produksi dan bengkel forklift	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan corong alat bantu saat menuangkan oli 2. Meletakkan corong pada tempat corong seperti rak telur agar tetesan dari corong dapat tertampung 	<p>Diketahui ceceran oli pada lantai berkurang</p> <p>Oli yang tertampung pada wadah corong dapat digunakan lagi (<i>reuse</i>)</p>	Membantu operator saat menuangkan oli agar tidak menghasilkan ceceran LB3
6	Melakukan trial and eror terkait konsep <i>triple rinsing</i> sehingga kemasan dapat digunakan kembali (<i>rcycle</i>) dan evaluasi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Setiap kemasan jerigen bekas LB3 selalu diproses terlebih dahulu menggunakan konsep <i>triple rinsing</i> 2. Kemasan telah teruji bebas B3 dengan indikator pH netral 3. Kemasan yang sudah diproses harus diberi label terstandar 	Operator produksi dan PIC LB3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengumpulkan kemas derigen bekas LB3 2. Melakukan pencucian kemasan dengan 3x bilas menggunakan air panas 3. Menguji kadar pH pada kemasan 4. Melakukan percobaan berulang-ulang 5. Membust SOP pencucian kemasan yang terstandar 	<p>Tempat kerja menjadi rapi</p> <p>Metode kerja yang terstandar untuk pencucian kemasan bekas LB3 dalam SOP</p>	Berkontribusi dalam mengurangi jumlah kemasan derigen bekas LB3 sehingga kemasan dapat digunakan lagi atau memperpanjang masa penggunaan kemasan sebelum dimusnahkan pada pihak pengelolaan LB3
7	Membuat SOP dan standarisasi penanganan limbah oli dan program <i>triple rinsing</i> (pencucian kemasan bekas B3)	Terdapat prosedur penanganan limbah B3 yang sudah disetujui oleh Tim QC	Supervisor produksi, supervisor QC, <i>plan manager</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menyusun prosedur penanganan LB3 sesuai dengan hasil trial 	Proses penanganan LB3 sudah terstandarisasi dan terdokumentasi pada SOP	Memberikan panduan bagi operator dalam menangani LB3 agar dapat mengurangi jumlah LB3
8	Melakukan sosialisasi kepada operator dan PIC yang berkaitan langsung dengan LB3 terkait metode <i>maintanance</i> mesin dan prosedur <i>triple rinsing</i>	Metode atau langkah untuk reduksi, reuse, dan recycle dapat dijalankan oleh operator yang bersangkutan	Supervisor produksi, supervisor QC, supervisor utility, operator produksi, dan PIC LB3.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membuat ilustrasi cara minimasi 2. Menjelaskan asal usul dari model konseptual 	Tidak terjadi lagi kesalahpahaman dari teori model konseptual dengan praktiknya di lapangan.	LB3 ceceran di lantai berkontribusi mengurangi jumlah LB3 secara keseluruhan untuk jenis oli bekas, serbuk kayu bekas oli dan kemasan bekas B3
9	Menyiapkan dokumen untuk perizinan pengelolaan LB3	<ol style="list-style-type: none"> 1. Perlengkapan dokumen yang diperlukan 2. SOP pengelolaan sudah diperbaharui 	Supervisor produksi, supervisor QC, <i>plan manager</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengumpulkan dokumen yang diperlukan 2. Mengajukan permohonan ijin 3. Proses kelola dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah, dan Bahan Berbahaya dan Beracun, disampaikan melalui Unit Pelayanan Terpadu (UPT) 	Adanya ijin pengelolaan secara resmi sesuai UUD maka akan mendukung keberjalanan program minimasi LB3	Berkontribusi secara legal dalam mengurangi jumlah LB3

Tabel 4. Usulan Perubahan Aksi Perbaikan Prinsip 3R

No	Usulan Perubahan yang Dapat Dilakukan	Aksi untuk Perbaikan Situasi
1	Reduksi penggunaan oli pada <i>maintanance</i> mesin produksi dan mobil forklift dengan modifikasi metode kerja	<ul style="list-style-type: none"> • Penjadwalan <i>maintenance</i> setiap hari Jumat • Penggunaan grease high sesuai dengan tempetature mesin produksi
2	<i>Reuse</i> oli yang tertampung dalam wadah corong oli	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan wadah <i>stainless steal</i> yang dapat dicuci kembali • Penggunaan wadah untuk tempat alat corong oli agar sisa dari oli yang tidak terpakai atau tercecer dapat digunakan kembali
3	<i>Recycle</i> kemasan bekas LB3 jerigen	Menetapkan SOP prosedur melakukan <i>triple rinsing</i> kemasan bekas LB3 jerigen agar jerigen dapat digunakan kembali untuk membeli bahan baku ke <i>supplier</i> .

5. Kesimpulan

Adapun hal-hal yang dapat disimpulkan berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis penelitian ini yaitu potensi limbah LB3 yang dihasilkan selama proses operasi di PT Sinar Sosro Ungaran terdapat 43 jenis limbah yang berbeda dan 9 jenis LB3 sesuai karakteristik kode limbah dengan tujuh jenis karakteristik limbah berdasarkan sifatnya yaitu beracun, korosif, mudah terbakar, oksidasi, harmfull, iritasi, dan bahaya pemapasan. Permasalahan berada pada proses pengelolaan LB3 dengan input berupa bahan pembantu untuk proses produksi, laboratorium QC, dan bengkel forklift, dimana pada prosesnya LB3 disimpan sementara di TPS maksimal selama 180 hari sebelum dilakukan pengangkutan ke pihak pengelolaan LB3 untuk pengolahan lebih lanjut. Penulis mengusulkan model konseptual yang sesuai dengan kondisi dan batasan pengelolaan yang ada berdasarkan prinsip 3R dan tetap mempertimbangkan peraturan perundangan yang berlaku. Usulan perbaikan sebagai upaya meminimalisir LB3 yang dihasilkan PT Sinar Sosro menggunakan pendekatan SSM (*Soft System Methodology*) dengan prinsip 3R. Prinsip reduksi dapat dilakukan untuk limbah Limbah tercampur atau terkontaminasi LB3, Kemasan bekas LB3, dan Oli bekas. Proses *reuse* dapat dilakukan untuk jenis limbah oli bekas dengan menggunakan kembali oli yang tertampung pada tempat corong oli dan wadah *stainless steal* oli yang dapat dicuci. Prinsip recycle dapat digunakan untuk jenis limbah kemasan bekas LB3 melalui SOP pencucian kemasan bekas LB3 *triple rinsing*.

Ucapan Terima Kasih

Dalam penelitian maupun penyusunan jurnal melibatkan beberapa pihak dan mitra kerja sama. Dengan demikian, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Nia Budi Puspitasari S.T., M.T. selaku dosen pembimbing pada mata kuliah Kerja Praktik.
2. Bapak Kuntarto selaku Supervisor Departemen Produksi dan Bapak Rowni selaku Supervisor Departemen *Quality Control* PT Sinar Sosro Ungaran.
3. Seluruh Staff Produksi PT Sinar Sosro Ungaran.

Daftar Pustaka

- Biggam J., H. A. (2001). Using Sof System Methodology To Facilitate The Development of a Computer Secuty Teaching Module. *Department of Business Information Management, School of Business, Glasgow Caledonian University*, 113–25.
- Checkland dan Poulter . (2010). *Soft Systems Methodology in Action*. JohnWiley & Sons : Chichester.
- Checkland P. & Poulter, J. (2010). *Learning for action : a short definitive account of soft systems methodology, and its use for practitioners, teachers, and students*. New York: Wiley.
- Dodi Rahmad, L. A. (2023). Perancangan Bank Sampah sebagai Alternatif Minimasi Sampah Kertas dengan Pendekatan Soft System Methodology (SSM). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan III*, 1-11.
- E.D. Adamides, P. M. (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.
- L. Zhou, M. M. Naim dan Y. Wang. (2007). Soft systems analysis of reverse logistics battery recycling in China. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 10(1), 57-70.
- Lara E.R, J. R. (2016). Comprehensive Hazardous Waste Management Program in a Chemistry School at a Mexican University. *Journal of Cleaner Production* 142, 1486-1491.
- Musee N., L. L. (2006). An Aggregate Fuzzy Hazardous Index for Composite Wastes.

Journal of Hazardous Materials 137 (2), 723-733.

- N. Sukarlina, I. K. (2022). Perancangan Sistem untuk Minimasi Limbah B3 di PT. XYZ Menggunakan Pendekatan SSM (Soft System Methodology). *Jurnal Metris* 23, 44-51.
- Nurfaida, K. M. (2015). Penerapan Prinsip 3R (Reduce, Reuse, dan Rcycle) dalam Pengelolaan Sampah Melalui Pembuatan Pupuk Organik Cair di Perumahan Kampung Lette Kota Makassar. *Journal program studi Agroteknologi Universitas Hasanudin*, 24-36.
- Ratman, C. r. (2015). Penerapan Pengelolaan Limbah B3 di PT Toyota Motor Manufacturing Indonesia. *Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro*, 62-70.
- Peraturan Pemerintah No 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun
- Samiha B. (2013). The Importance of the 3R Principle of Municipal Solid Waste Management for Achiving Sustainable Development. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 129.
- Trihadiningrum. (2016). *Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Yilmaz O, B. Y. (2016). Hazardous Waste Management System Design Under Population and Environment Impact Consideration. *Journal of Environmental Management*, 1-12.