

**ANALISIS RISIKO PADA INCINERATOR PENGOLAHAN
LIMBAH MEDIS PT. PENGELOLA LIMBAH KUTAI
KARTANEGARA, SAMBOJA – KALIMANTAN TIMUR**

**RISK ANALYSIS IN MEDICAL WASTE TREATMENT INCINERATOR
PT. KUTAI KARTANEGARA WASTE MANAGEMENT, SAMBOJA –
EAST KALIMANTAN**

Hardiyono¹; Andri Indra Kelana²; Syamsul Arifin³

Program Studi Kesehatan dan Keselamatan Kerja Program Diploma IV, Universitas
Balikpapan

Jl. Pupuk Raya, Gn. Bahagia, Balikpapan, Kalimantan Timur, 76114

Email : 1andrikelana49@gmail.com; 2hardiyono35@gmail.com;

3syamsul.arifin@uniba-bpn.ac.id

ABSTRAK

Skripsi ini membahas tentang penilaian risiko yang dilakukan di fasilitas proses pembakaran limbah medis menggunakan *Incinerator*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *HAZOP*. Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif deskriptif atau observatif. Hasil penelitian ini memberikan gambaran tingkat risiko proses di fasilitas *Incinerator*, dimana tingkat risiko tertinggi ada pada proses pada peralatan *Rotary Kiln Chamber 1, Chamber 2, Heat Exchanger, Water scrubber, Cyclone, Induce draft Fan, Sampling Point dan Exhaust stack*. Tingkat risiko tersebut diperoleh dari perkalian kemungkinan kejadian (*probability*) dan Keparahan (*consequences*). Selain itu diberikan rekomendasi – rekomendasi sebagai bahan untuk perusahaan melakukan perbaikan desain agar risiko yang teridentifikasi dapat diminimalisasi.

Kata Kunci : *Insinerator, HAZOP, Risiko*

ABSTRACT

This thesis discusses the risk assessment carried out at the medical waste combustion process facility using Incinerator. The method used in this research is HAZOP. This research is descriptive qualitative or observation research. The results of this study provide an overview of the risk level of the process at the Incinerator facility, where the highest risk level is in the process of Rotary Kiln Chamber 1, Chamber 2, Heat Exchanger, Water scrubber, Cyclone, Induce draft Fan, Sampling Point and Exhaust stack. The level of risk is derived from probability and severity. In addition, recommendations are produced as materials for companies to make design improvements so that identified risks can be minimized.

Key words : Incinerator, HAZOP, Risk

I. PENDAHULUAN

Limbah medis sangat penting untuk dikelola secara benar, hal ini mengingat limbah medis termasuk ke dalam kategori limbah berbahaya dan beracun. Sebagian limbah medis termasuk ke dalam kategori limbah berbahaya dan sebagian lagi termasuk kategori infeksius. Limbah medis berbahaya yang berupa limbah kimiawi, limbah farmasi, logam berat, limbah genotoksik dan wadah bertekanan masih banyak yang belum dikelola dengan baik. Sedangkan limbah infeksius merupakan limbah yang bisa menjadi sumber penyebaran penyakit baik kepada petugas, pasien, pengunjung atau pun masyarakat di sekitar lingkungan rumah sakit.

Limbah infeksius biasanya berupa jaringan tubuh pasien, jarum suntik, darah, perban, biakan kultur, bahan atau perlengkapan yang bersentuhan dengan penyakit menular atau media lainnya yang diperkirakan tercemari oleh penyakit pasien. Pengelolaan lingkungan yang tidak tepat akan beresiko terhadap penularan penyakit. Beberapa resiko kesehatan yang mungkin ditimbulkan akibat keberadaan rumah sakit antara lain: penyakit menular (hepatitis, diare, campak, AIDS, influenza), bahaya radiasi (kanker, kelainan organ genetik) dan resiko bahaya kimia.

Insinerator merupakan teknologi pengolahan limbah medis yang dapat memusnahkan komponen berbahaya, volume limbah dapat direduksi 5% sampai 15% berupa abu, menghasilkan energy. Ketiga hal tersebut dapat diperoleh secara bersamaan, sehingga insinerasi dianggap sebagai salah satu cara mengolah limbah yang ideal (Reinhardt, 1995). Pemusnahan limbah klinis disesuaikan dengan kapasitas

tungku pembakaran serta kemampuan incinerator dalam mereduksi limbah klinis.

PT. Pengelola Limbah Kutai Kartanegara (PLKK) sebagai salah satu perusahaan lokal di Kalimantan Timur yang bergerak dalam bidang pengelolaan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dan telah memiliki izin dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Pemerintah Provinsi Kalimantan Timur dan Pemerintah Daerah Kabupaten Kutai Kartanegara.. PLKK memiliki komitmen untuk memberikan pelayanan pengelolaan limbah yang maksimal, dan berusaha melakukan inovasi dalam pengelolaan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3).

Fasilitas incinerator yang dimiliki oleh PLKK saat ini telah memiliki izin pengelolaan limbah B3 untuk kegiatan pengolahan limbah B3 dengan No.SK 604/Menlhk-Setjen/2015. Dengan telah memiliki izin tersebut, PLKK dapat melakukan penyimpanan dan pengolahan limbah klinis dari fasilitas pelayanan kesehatan masyarakat. Kegiatan penyimpanan dan pengolahan limbah klinis ini juga tidak terlepas dari bahaya di dalam proses pelaksanaan kegiatannya. Potensi-potensi bahaya tersebut perlu adanya upaya untuk mengendalikan, meminimalisasi dan bila mungkin meniadakan bahaya yang dapat timbul di dalam kegiatan kerja.

Undang-undang No. 36 tahun 2009 pasal 164 menyatakan bahwa upaya keselamatan dan kesehatan kerja ditujukan untuk melindungi pekerja agar hidup sehat dan terbebas dari gangguan kesehatan serta pengaruh buruk yang diakibatkan oleh pekerjaan. Upaya keselamatan dan kesehatan kerja harus diselenggarakan disemua tempat kerja dengan baik, khususnya tempat kerja yang mempunyai risiko bahaya

kesehatan dan mudah terjangkau penyakit.

Pada Incinerator terdapat beberapa komponen penting yaitu *Burner, Chamber, Fan blower, Belt conveyor feeding, As rotary kiln, Water scrubber, Induce draft fan, Heat Exchanger*. Semua komponen bersifat kompleks, ada yang merupakan *Rotary Machine* (mesin yang bergerak berputar) sampai dengan berfungsi sebagai *Chamber* (tungku pembakaran) yang beroperasi pada kondisi cukup ekstrim yaitu temperatur dan tekanan uap yang cukup tinggi pada saat melakukan pembakaran limbah medis. Oleh karena itu, keamanan pada komponen incinerator harus dijaga agar tidak terjadi kecelakaan kerja. Hal ini sesuai dengan tujuan dari kebijakan perusahaan yaitu "Zero Accident" atau nihil kecelakaan yang tentunya bila terjadi kecelakaan akan merugikan perusahaan.

PT. Pengelola Limbah Kutai Kartanegara untuk melakukan pengolahan limbah medis dari fasilitas pelayanan kesehatan menggunakan *incinerator*. Kegiatan pembakaran menggunakan *incinerator* berkaitan erat dengan pengoperasian peralatan – peralatan utama yang dioperasikan. Saat ini belum ada identifikasi bahaya keselamatan proses yang dapat menimbulkan risiko pada kegiatan pembakaran limbah tersebut di PT. Pengelola Limbah Kutai Kartanegara.

Metode untuk menganalisa dan mengidentifikasi bahaya pada sebuah fasilitas proses industri yang sering digunakan adalah metode *HAZOP (Hazard and Operability)*. Analisis bahaya dengan metode *HAZOP* berdasarkan *deviasi* dari keadaan normal suatu proses. Selain dengan mengidentifikasi dan menanggulangi kecelakaan kerja yang berkaitan dengan sistem keamanan sebuah fasilitas

proses, maka diperlukan manajemen risiko yang bertujuan untuk meminimalisasi kerugian jika bahaya yang diprediksi akan menjadi kenyataan. Selain itu, manajemen risiko juga dapat bersifat pencegahan terhadap terjadinya kerugian tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

The Hazard and Operability Study, dikenal sebagai HAZOP adalah standar teknik analisis bahaya yang digunakan dalam persiapan penetapan keamanan dalam sistem baru atau modifikasi untuk suatu keberadaan potensi bahaya atau masalah operabilitasnya. HAZOP adalah pengujian yang teliti oleh group spesialis, dalam bagian sebuah sistem apakah yang akan terjadi jika komponen tersebut dioperasikan melebihi dari normal model desain komponen yang telah ada. Sehingga HAZOP didefinisikan sebagai system dan bentuk penilaian dari sebuah perancangan atau proses yang telah ada atau operasi dengan maksud untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi masalah-masalah yang mewakili risiko-risiko perorangan atau peralatan atau mencegah operasi yang efisien. HAZOP merupakan teknik kualitatif yang berdasarkan pada *Guide Words* dan dilaksanakan oleh tim dari berbagai disiplin ilmu selama proses HAZOP berlangsung.

Tujuan penggunaan HAZOP adalah untuk meninjau suatu proses atau operasi pada suatu sistem secara sistematis, untuk menentukan apakah proses penyimpangan dapat mendorong kearah kejadian atau kecelakaan yang tidak diinginkan. Studi HAZOP sebaiknya dilakukan sesegera mungkin dalam tahap perancangan untuk melihat dampak dari perancangan itu, selain itu untuk melakukan suatu HAZOP kita membutuhkan gambaran / perencanaan

yang lebih lengkap. HAZOP biasanya dilakukan sebagai pemeriksaan akhir ketika perencanaan yang mendetail telah terselesaikan. Juga dapat dilakukan pada fasilitas yang ada untuk mengidentifikasi modifikasi yang harus dilakukan untuk mengurangi masalah risiko dan pengoperasian.

Konsep dasar dari studi HAZOP adalah untuk mengambil semua gambaran / deskripsi proses dan untuk memberikan pertanyaan kepada setiap bagian dari proses untuk menemukan penyimpangan apa yang dapat terjadi dari tujuan desain, dan apa penyebab dan konsekuensi yang mungkin terjadi dari deviasi tersebut. Ini dilakukan secara sistematis dengan menerapkan *guide words* yang cocok. Jadi fitur terpenting dari penelitian ini adalah:

- a. Maksud dan tujuan desain
- b. Penyimpangan yang terjadi dari tujuan
- c. Penyebab terjadinya penyimpangan
- d. Konsekuensi
- e. Bahaya
- f. Kesulitan operasional

Teknik HAZOP menggunakan pendekatan dengan kata penunjuk (*guideword*) dan dapat juga menggunakan gabungan *guide word* dengan parameter.

Keistimewaan yang penting dari HAZOP yaitu digunakannya tim dan narasumber. Tim adalah gabungan dari beberapa personil dengan pengalaman dan pengetahuan yang cukup. Kegiatan HAZOP tidak sama dengan penelaahan P&ID (*P&ID Review*). *P&ID Review* adalah menekankan bahwa desain telah sesuai dengan instrumentasi, perpipaan, material dan lain-lain sebagaimana diperlukan untuk mengoperasikan unit proses tanpa meninjau bagaimana system itu bekerja. Tim HAZOP mengoreksi sistem, yang dioperasikan sesuai dengan desain pada operasi

normal dan juga meninjau bentuk penyimpangan yang dapat terjadi. Jadi HAZOP mencakup dua aspek yaitu keselamatan dan operasi.

Kelebihan dan Kelemahan HAZOP

Menurut ISO 31010 - Risk Assessment Techniques ada beberapa kelebihan dan kekurangan terkait penggunaan metode HAZOP.

Metode HAZOP memiliki kelebihan antara lain :

- a. Metode HAZOP dapat memeriksa sistem, proses dan prosedur secara sistematis dan menyeluruh.
- b. Metode HAZOP melibatkan tim multidisipliner termasuk mereka yang memiliki pengalaman secara langsung dalam hal operasional dan mereka yang mungkin melakukan tindakan perbaikan langsung dilapangan.
- c. Metode HAZOP menghasilkan solusi dan tindakan dalam penanganan risiko.
- d. Metode HAZOP dapat digunakan untuk berbagai macam sistem, proses dan prosedur.
- e. Metode HAZOP memungkinkan pertimbangan secara eksplisit terhadap penyebab dan konsekuensi kesalahan manusia.
- f. Metode HAZOP menghasilkan bukti tertulis mengenai sebuah proses yang dapat digunakan untuk menggambarkan sebuah keteraturan.

Adapun kekurangan yang ada pada metode HAZOP Antara lain :

- a. Analisis secara rinci bisa sangat memakan waktu dan membutuhkan biaya yang tinggi
- b. Analisis terperinci membutuhkan dokumentasi atau spesifikasi sistem/proses dan prosedur yang lengkap dan detail.

- c. Metode HAZOP tidak cukup efektif jika berurusan dengan *multiple Failure* (kegagalan beragam)
- d. Diskusi focus pada masalah desain dan tidak membahas masalah eksternal yang mungkin berhubungan dengan sistem / proses.
- b. Gambar Diagram Proses & Alir (PFD) fasilitas proses pembakaran Limbah
- c. Data system pencegahan dan proteksi kebakaran.
- e. Gambar Diagram Piping dan Instrumentasi (P&ID) fasilitas Incinerator PT. Pengelola Limbah Kutai Kartanegara.

III. METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian Kualitatif atau observatif untuk melakukan identifikasi terhadap potensi bahaya pada kegiatan pembakaran limbah menggunakan incinerator, identifikasi dilakukan terhadap setiap deviasi atau penyimpangan dalam proses pembakaran limbah dan memberikan uraian secara deskriptif tentang faktor-faktor yang menyebabkan penyimpangan tersebut dan dampaknya terhadap proses secara keseluruhan di fasilitas Incinerator.

B. Pengumpulan Data

Jenis data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data Primer

Dilakukan wawancara dan *brainstorming* dengan *Supervisor Incinerator, Laboratorium Engineer, Operator Incinerator, Supervisor Electrical, Manufacture Engineer* di PT. Pengelola Limbah Kutai Kartanegara dalam rangka melakukan HAZOP terhadap PFD dan P&ID yang ada berdasarkan proses kerja incinerator.

2. Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari dokumen-dokumen perusahaan yaitu :

- a. SOP Rotary Kiln Incinerator.

Persiapan Sebelum Melakukan Identifikasi

Penentuan node-node pada peralatan utama dari gambar *Process Flow Diagram (PFD) incinerator* yang ada di fasilitas pengolahan limbah di Samboja, sebelum dilakukan identifikasi potensi bahaya.

Identifikasi Data

1. Melakukan identifikasi *guide word* dan parameter pada node-node yang telah ditentukan pada P&ID. Adapun tabel yang digunakan dalam identifikasi *guide word* dan parameter adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Guide Word dan Parameter Proses

GUIDE WORD	PROCESS PARAMETER
<i>NO</i>	<i>FLOW</i>
<i>LESS</i>	<i>LEVEL</i>
<i>MORE</i>	<i>PRESSURE</i>
<i>REVERSE</i>	<i>TEMPERATURE</i>
<i>PART OF</i>	<i>OTHER PARAMETER AS NEEDED</i>
<i>AS WELL AS</i>	
<i>OTHER THAN</i>	

Sumber : API RP 750

2. Setelah dilakukan pengidentifikasi *guide word* dan parameter, kemudian dilakukan penentuan deviasi melalui kombinasi *guide word* dan parameter tersebut.
3. Kemudian dilakukan penentuan dampak akibat dari deviasi yang ada.

4. Dampak telah ditentukan kemudian dilakukan penentuan kemungkinan kejadian (*Probability*) dapat ditentukan melalui data ukuran kualitatif dari perkiraan probabilitas. Tingkat kemungkinan kejadian dibagi menjadi 5 tingkat A, B, C, D, dan E mulai dari tertinggi sampai terendah, dengan table sebagai berikut :

Tabel 3.2 Perkiraan Probabilitas

Tingkat	Penjelasan	Definisi
A	Pasti terjadi	>0,1 kejadian (1 dalam 10 kemungkinan)
B	Mungkin Terjadi	0,1 – 0.01
C	Pernah Terjadi	0,01 – 0,001
D	Jarang terjadi	0,001 – 0,0001
E	Sangat Jarang terjadi	< 0,000001

Sumber : SoehatmanRamli (2010)

Setelah itu ditentukan konsekuensi melalui data sekunder HAZOP serupa di lingkungan operasi *Industri*, dibagi menjadi 4 bagian, yaitu manusia, aset, lingkungan fisik, dan Produksi. Tingkat dampak kejadian dibagi menjadi 5 tingkat 5, 4, 3, 2, dan 1 mulai dari tertinggi sampai terendah, dengan table sebagai berikut

Tabel 3.3 Tingkat Pengukuran Konsekuensi

Tingkat	Penjelasan	Definisi
1	Insignificant	Tidak terjadi cedera, kerugian finansial kecil
2	Minor	Cedera

		ringan, kerugian finansial sedang
3	Moderate	Cedera sedang, perlu penanganan medis, kerugian finansial besar.
4	Major	Cedera berat lebih satu orang, kerugian besar, gangguan produksi
5	Catastrophic	Fatal lebih satu orang, kerugian sangat besar dan dampak luas yang berdampak panjang, terhentinya seluruh kegiatan.

Sumber : SoehatmanRamli (2010)

5. Melakukan estimasi nilai risiko dari nilai kejadian (*probability*) dan konsekuensi yang didapat kemudian mempresentasikan hasil penilaian risiko tersebut. Estimasi nilai risiko dilakukan dengan cara menggunakan perhitungan sebagai berikut (*Kristiansen, 2005*):

$$R = P \times C$$

Dimana :

R = Tingkat risiko (Rendah, Sedang, Tinggi, Ekstrim)

P = Nilai kemungkinan (A,B,C,D,E)

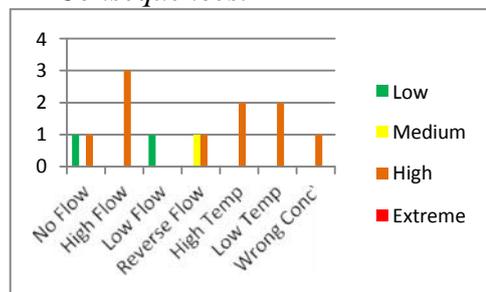
C = Nilai konsekuensi (5,4,3,2,1)

Nilai konsekuensi yang digunakan dalam analisis untuk penentuan nilai *risk rating*, baik nilai *risk rating* awal dan *residual risk rating* adalah nilai yang paling tinggi pada kejadian yang menimbulkan 4 (empat) konsekuensi baik terhadap manusia, aset, lingkungan fisik dan produksi. Misalnya nilai keparahan suatu dampak bernilai 3 (manusia), 2 (aset), 3 (lingkungan) dan 4 (produksi), maka nilai keparahan yang digunakan dalam analisis adalah 2 (dua). Jika nilai kemungkinan kejadiannya adalah A (Terjadi beberapa kali per tahun pada perusahaan beroperasi) maka berdasarkan matriks nilai risikonya adalah Ekstrim (*extreme*).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari dilakukannya suatu analisis HAZOP terhadap *node-node* yang ada, maka didapat suatu hasil identifikasi sebagai berikut :

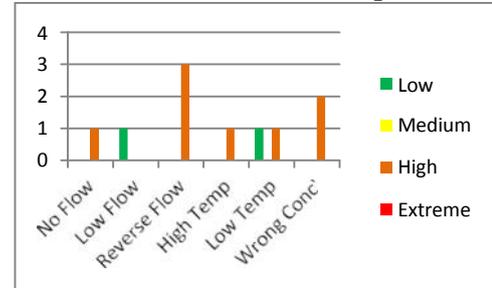
1. Pada *node 1 Chamber 1* teridentifikasi 6 (enam) *deviasi* kritis yaitu : *No Flow into Chamber 1, High Flow into Chamber 1, Reverse Flow, High Temperature, Low Temperature, Wrong Concentration*; 10 (sepuluh) *Causes*, dan 11 (sebelas) *Consequences*.



Gambar 4.1 Grafik Hasil Analisa Bahaya pada *node 1st*

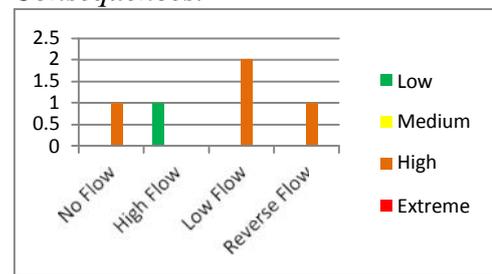
2. Pada *node 2 Chamber 2* teridentifikasi 5 (lima) *deviasi* kritis yaitu : *No Flow in to Chamber 2, Less Flow*

in to chamber 2, Reverse Flow, More Temperature, Less Temperature, Wrong Concentration; 9 (sembilan) *causes*, dan 16 (enam belas) *consequences*.



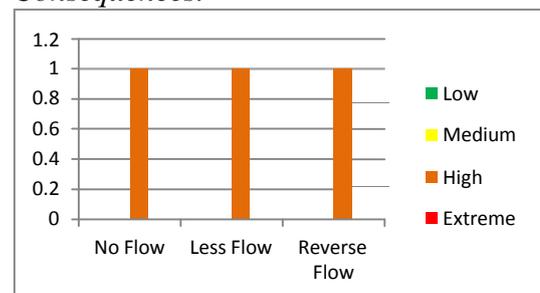
Gambar 4.2 Grafik Hasil Analisa Bahaya pada *node 2nd*

3. Pada *node 3 Heat Exchanger* teridentifikasi 5 (lima) *deviasi* kritis yaitu : *No Flow of Cooling Water, More of cooling water, Less of cooling water, Reverse flow*; 4 (empat) *Causes*, 5 (lima) *Consequences*.



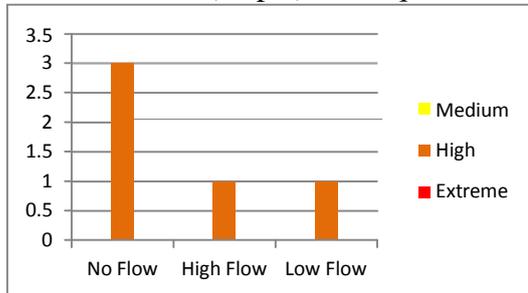
Gambar 4.3 Grafik Hasil Analisa Bahaya pada *node 3rd*

4. Pada *node 4 Water Scrubber* teridentifikasi 3 (tiga) *deviasi* kritis yaitu : *No flow of cooling water, Less flow of cooling water, Reverse flow*; 3 (tiga) *Causes*, 4 (empat) *Consequences*.



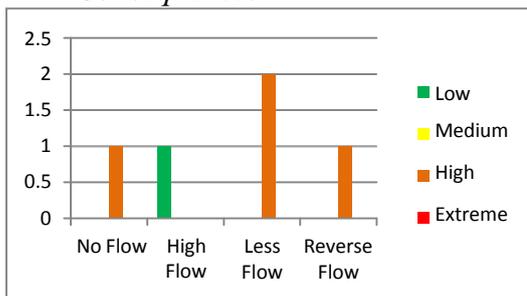
Gambar 4.4 Grafik Hasil Analisa Bahaya pada *node 4th*

5. Pada *node 5 Cyclone* teridentifikasi 3 (tiga) *deviasi* yaitu : *No flow of air, Less flow, Reverse flow*; 3(tiga) *Causes*, 4(empat) *Consequences*.



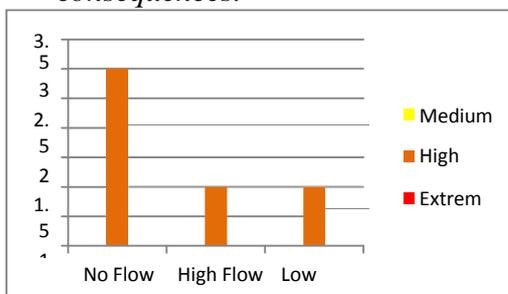
Gambar 4.5 Grafik Hasil Analisa Bahaya pada *node 5th*

6. Pada *node 6 Induce Draft Fan* teridentifikasi 3 (tiga) *deviasi* yaitu : *No flow, More flow, Less flow*; 3 (tiga) *Causes*, 5 (lima) *Consequences*.



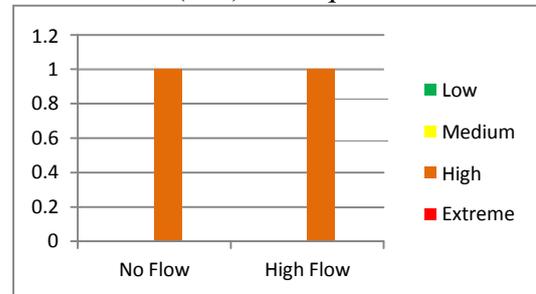
Gambar 4.6 Grafik Hasil Analisa Bahaya pada *node 6th*

7. Pada *node 7 Sampling Point* teridentifikasi 3 (tiga) *deviasi* yaitu : *No flow, More flow, Less flow*; 3 (tiga) *Causes*, 5 (lima) *consequences*.



Gambar 4.7 Grafik Hasil Analisa Bahaya pada *node 7th*

8. Pada *node 8 Exhaust Stack* teridentifikasi 2 (dua) *deviasi* yaitu : *No flow, More flow*; 2 (dua) *causes*, 2 (dua) *consequences*.



Gambar 4.8 Grafik Hasil Analisa Bahaya pada *node 8th*

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis risiko terhadap proses kerja peralatan utama yang ada di *Incinerator* pengolahan limbah medis PT. Pengelola Limbah Kutai Kartanegara menggunakan metode HAZOP (hazard & operability study).

Bahaya proses dari peralatan *incinerator* yang dapat terjadi antara lain :

No Flow, High Flow, Reverse flow, High Temperature, Low Temperature, Wrong Concentration.

Dimana dari keseluruhan bahaya merupakan tingkat bahaya ***Tinggi (High Risk)*** yang memerlukan tindak lanjut dari manajemen PT. Pengelola Limbah Kutai Kertanegara, agar bahaya dan risiko yang ada tidak berdampak terhadap keselamatan proses

penggunaan peralatan *Incinerator* dalam melakukan pembakaran limbah medis.

B. Saran

Berdasarkan penelitian ini beberapa saran yang dapat dijadikan rekomendasi dalam pengendalian risiko dalam kegiatan proses pembakaran limbah medis menggunakan incinerator ini antara lain :

1. Lakukan sosialisasi standar operasi kerja incinerator kepada seluruh pekerja yang terlibat dalam fasilitas incinerator.
2. Karena sistem pengoperasian incinerator menggunakan peralatan Programable Logic Controller, lakukan kalibrasi terhadap peralatan tersebut untuk memastikan parameter pengukuran kinerja alat sesuai dengan aktual.
3. Induce Draft Fan merupakan peralatan yang memiliki multifungsi yang berperan besar dalam sistem pengaturan temperatur dan flow , buat jadwal inspeksi dan pemeliharaan rutin. Dan sediakan peralatan cadangan bila memungkinkan.
4. Sediakan Lembar Data Keselamatan Bahan (MSDS) limbah yang akan dibakar unuk mengetahui bahan yang terkandung agar memudahkan dalam identifikasi pencampuran limbah yang diumpankan ke dalam ruang bakar.
5. Supervisor incinerator harus melakukan pengawasan secara intensif ketika proses pembakaran berlangsung.
6. Laksanakan Pre-Inspection activity sebelum melakukan proses pembakaran.

DAFTAR PUSTAKA

1. American Petroleum Institute. (1998). *API Recommended Practice 14C* :
2. *Recommended Practice for Analysis, Design, Installation, and Testing of Basic Surface Safety Systems for Offshore Production Platforms 6th Edition*. March 1998.

3. Blyth, M. (2008). *Risk and Security Management*. John Wiley & Sons Inc. Hoboken, New Jersey.
4. Crowl, D. A., and Louvar, J. F. (2002). *Chemical Process Safety Fundamental with Applications 2nd Edition*. Prentice Hall. New Jersey.
5. Kep-03/Bapedal/09/1995. Tentang Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya Dan Beracun
6. Kletz, T. A (1999) : “*Hazop and Hazan – Identifying and Assessing Process Industry Hazards*”, Institution of Chemical Engineers.
7. Kletz, T. A. (1997) : “*Hazop – past and future*”. *Reliability Engineering and System Safety*,55:263-266.
8. Macdonald, D. (2004). *Practical Hazops, Trips, and Alarms*. Elsevier. Netherlands.
9. Mannan, S. (2005). *Lee’s Loss Prevention in the Process Industries 3rd Edition*. Elsevier. US.
10. Rausand, Marvin. *Version 1.0 Hazard and Operability Study HAZOP, Section 9.7 RAMS Group, Department of Production and Quality Engineering, NTNU*
11. Ramli, Soehatman (2010) *Sistem Manajemen Risiko dalam Perspektif K3 OHS Risk Manajemen*, Dian Rakyat Jakarta
12. Ramli, Soehatman (2010) *Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja OHSAS 18001*, Dian Rakyat, Jakarta
13. PLKK, PT (2015) *Standard Operating Procedure Rotary Kiln Incinerator*, SOP-TEC-02
14. *Practical Guide for SMEs ISO 31000 Risk Management*,
15. https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/archive/pdf/en/iso_31000_for_smes.pdf, Dikutip 4 Maret 2017

16. *Risk Management Framework*
government of south Australia,
17. *Use of Programmable Logic
Controllers To Automate Control
Aand Monitoring of U.S Army
Wastewater Treatment Systems*
18. <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a241372.pdf>, Dikutip 4 Maret 2017
19. *Classification of Heat Exchangers*,
<http://web.iitd.ac.in/~pmvs/courses/mel709/classification-hx.pdf>,
Dikutip 1 Maret 2017
20. *Process Design of Heat Exchanger*
21. <http://nptel.ac.in/courses/103103027/pdf/mod1.pdf>, Dikutip 1 Maret 2017
22. *Rotary Kiln Incinerator*
http://www.igniss.pl/en/rotary_kiln_incinerator.php, Dikutip 1 Maret 2017
24. *The Mound Laboratory Cyclone*
http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/08/344/8344244.pdf, Dikutip 1 Maret 20