

PENGURANGAN NH_3 DAN H_2S MENGGUNAKAN *PLAT INTERCEPTOR* BERMEDIA MINYAK PELUMAS PADA BERBAGAI VARIASI ALIRAN ASAP

Gabriel Cristian CR Sihombing, I Nyoman Suprpta Winaya, I Wayan Arya
Darma

Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan plat interceptor bermedia minyak pelumas oli bekas untuk meminimalkan jumlah asap dan bau yang timbul dari sebuah sistem pengeringan seperti Rotary Dryer (RD). Asap uap air yang ditimbulkan dari RD bisa mengandung gas pencemar berbau seperti Amonia (NH_3) dan Hidrogen Sulfida (H_2S), yang sangat tergantung pada jenis sampah organik yang dikeringkan dan kondisi operasional mesin. Plat interceptor dibuat dalam bentuk balok berukuran panjang 1m, lebar 0.12m dan tinggi 0.13m dimana plat disusun secara zig-zag untuk menghambat aliran asap gas sehingga partikel pencemar menjadi tertangkap dan menempel pada media oli bekas yang dilapiskan pada permukaan plat tersebut. Kecepatan aliran asap divariasikan dari 3 sampai dengan 6 m/s untuk melihat efektifitas penangkapan gas-gas pencemar selama durasi waktu pengujian 120 detik. Hasil investigasi menunjukkan bahwa penurunan persentase gas pencemar terjadi pada setiap peningkatan kecepatan aliran asap yang diberikan yakni paling rendah pada kecepatan 6 m/s yaitu NH_3 dari 63,73 menjadi 10,34 ppm dan H_2S dari 6,3 menjadi 1,9 ppm. Kefektifan dan efisiensi penangkapan pada kecepatan 6 m/s juga diukur paling optimal yaitu 53,6% dan 84,1% berturut-turut.

Kata kunci : *Plat interceptor, asap dan bau, oli bekas, efektifitas dan efisiensi.*

Abstract

This study aims to develop an oil-lubricated waste oil interceptor plate to minimize the amount of smoke and odor emitted from a drying system such as a Rotary Dryer (RD). The water vapor smoke emitted from the RD can contain pollutants as odoriferous gases such as ammonia (NH_3) and hydrogen sulfide (H_2S), which greatly depend on the type of organic waste being dried and the operational conditions of the machine. The interceptor plate is constructed in the form of blocks measuring 1m in length, 0.12m in width, and 0.13m in height, where the plates are arranged in a zigzag pattern to impede the flow of smoke gas so that pollutant particles are trapped and adhere to the waste oil media layered on the surface of the plate. The smoke flow rate is varied from 3 to 6 m/s to observe the effectiveness of capturing pollutant gases during the 120-second testing duration. The investigation results show that the percentage decrease in pollutant gases occurs with each increase in smoke flow rate given, with the lowest at a speed of 6 m/s, namely NH_3 from 63.73 to 10.34 ppm and H_2S from 6.3 to 1.9 ppm. The effectiveness and efficiency at a speed of 6 m/s are measured as optimal at 53.6% and 84.1% respectively.

Keywords: Interceptor plate, smoke and smell, used oil, waste lubricant, effectivity and efficiency.

1. Pendahuluan

Sampah Kota atau *Municipal Solid Waste* (MSW) adalah bahan sisa yang tidak lagi digunakan, namun menjadi isu nasional yang memerlukan penanganan yang komprehensif dan terintegrasi untuk memberikan manfaat ekonomi, menjaga kesehatan masyarakat, dan melindungi lingkungan. Plastik merupakan penyumbang utama dalam sampah yang dihasilkan di Indonesia. Pada tahun 2022 timbulan sampah rumah tangga dan sejenisnya yang terdiri dari 299 kabupaten/kota se-Indonesia mencapai 35.174.059,83 ton/tahun, dengan persentase sampah yang terkelola 65,03% dan sampah yang tidak terkelola sebesar 34,97% [1]. Kurangnya kesadaran akan dampak lingkungan dari penggunaan plastik dan kurangnya alternatif yang ramah lingkungan menghambat upaya pengurangan sampah plastik. Pengembangan teknologi penanganan sampah dan pembakaran sampah yang berasal dari kebutuhan untuk mengatasi masalah penumpukan sampah dan

dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan manusia [2].

Rotary dryer digunakan untuk mengurangi kandungan *moisture content* yang ada pada sampah sebelum sampah dijadikan RDF [3]. Dalam proses pengeringan sampah dihasilkan NH_3 dan H_2S yang berbahaya untuk kesehatan dan bau tidak sedap pada lingkungan.

Wet scrubber alat yang berfungsi untuk mengurangi dan menghilangkan NH_3 dan H_2S yang efektif [3]. Penggunaan air mejadi pertimbangan karena tingkat viskositas air lebih rendah dibandingkan dengan minyak pelumas dari oli bekas, pada penelitian [4] bahan berminyak ditambahkan untuk meningkatkan efisiensi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi aliran asap terhadap pengurangan NH_3 dan H_2S menggunakan *plat interceptor* dengan media minyak pelumas hasil dari pengeringan pada berbagai variasi kecepatan aliran

asap agar mengurangi dampak terhadap lingkungan dari gas yang dihasilkan

2. Dasar Teori

Sampah kota adalah bahan sisa yang tidak digunakan, namun menjadi isu nasional yang memerlukan penanganan yang komprehensif dan terintegrasi. Pada tahun 2022 sampah rumah tangga dan sejenisnya yang terdiri dari 299 kabupaten/kota se-Indonesia mencapai 35.174.059 ton/tahun, dengan persentase sampah yang terkelola 65.03% dan sampah yang tidak terkelola sebesar 34.97% [5]. Tingginya sampah yang dihasilkan menyebabkan semakin berkurangnya lahan penampungan sampah dan menurunnya kualitas lingkungan, solusi mengurangi timbunan sampah serta untuk memanfaatkan sampah dengan cara mengelola dijadikan RDF.

Teknologi pengeringan yang digunakan untuk mengurangi kandungan *moisture content* adalah menggunakan *rotary dryer*, untuk menghasilkan pengeringan yang lebih merata, lebih banyak mengurangi *moisture content* dan mempercepat waktu pengeringan [6]. Penggunaan teknologi pengeringan ini dapat menghasilkan *flue gas* dan *fly ash* yang berbahaya untuk lingkungan dan kesehatan.

Teknologi penyaringan gas merupakan istilah yang mengarah pada metode dan peralatan yang digunakan untuk menghilangkan atau mengurangi berbagai kontaminan atau zat berbahaya dari aliran *flue gas* dan *fly ash* [7]. Teknologi penyaringan gas yang paling sering digunakan adalah *wet scrubber system* (WSS), prinsip dasar dari teknologi penyaringan gas melibatkan pemisahan partikel atau molekul gas yang tidak diinginkan dari aliran udara atau gas lainnya, menggunakan berbagai teknik seperti penyerapan, penyaringan fisik, dan proses kimiawi.

Minyak pelumas oli bekas adalah kombinasi bahan kimia yang kompleks terdiri dari hidrokarbon dan senyawa organik lainnya [8]. Viskositas oli bekas pada suhu 100°C adalah 10.58 Pa.s.

Interceptor berasal dari material Seng (Zn) yang berfungsi sebagai tempat terjadinya pengurangan NH₃ dan H₂S hasil pengeringan pada MSW di bawa oleh blower. Pada NH₃ dan H₂S akan di murnikan dengan menggunakan *plat Interceptor* yang dilapisi oli sebagai penangkap *fly ash*, amonia, dan Hidrogen Sulfida. Cara kerja yang terjadi pada *Interceptor* untuk pengurangan NH₃ dan H₂S adalah *flue gas* hasil pengeringan disuplai menggunakan blower pada variasi kecepatan yang telah di tentukan dan terjadi turbulens yang diakibatkan oleh plat *Interceptor* yang disusun zig-zag untuk meredayasa turbulens pada fluida, agar *flue gas* yang disuplai dapat melekat pada media oli dan kepekatan asap dapat berkurang.

3. Metode Penelitian

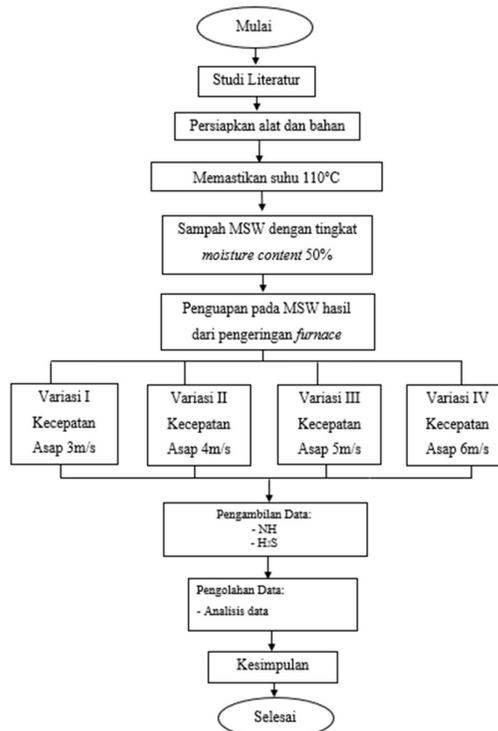
3.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Furnace*

2. Timbangan
3. *anemometer*
4. *interceptor*
5. *Gas analyzer*
6. Pompa aquarium
7. *Blower*
8. *Gas detector*
9. Oli bekas
10. Sampah kota (MSW)

1.2 Diagram alir penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3.3 Efektivitas Oli Bekas

Efektivitas oli bekas mengacu kepada perbandingan kandungan *ash* setelah dilakukan pengujian dengan sebelum pengujian, atau secara matematika didefinisikan dengan

$$\eta = \frac{X_0}{X_1} \quad (1)$$

η = Efektivitas penangkapan partikel

X_0 = Kandungan ash setelah

X_1 = Kandungan ash sebelum

2. Hasil dan Pembahasan

4.1 Karakterisasi Oli Bekas

Karakterisasi oli bekas dilakukan untuk mengetahui kandungan oli bekas yang digunakan sebelum penelitian. Karakterisasi oli bekas dilakukan menggunakan pengujian uji *proximate*.

Tabel 1. Hasil Uji Proximate Oli Bekas

Sampel Oli Bekas	Moisture	Volatile	Ash	Fixed Carbon
	%			
1	0.12	99.35	0.05	0.48
2	0.21	99.16	0.09	0.54
3	0.12	99.59	0.01	0.28
Rata-rata	0.15	99.37	0.05	0.43

4.2 Karakterisasi MSW

Karakterisasi MSW dilakukan untuk mengetahui kandungan MSW yang digunakan sebelum dilakukan penelitian, MSW yang digunakan dengan *moisture* 50%. Karakterisasi MSW dilakukan menggunakan uji *proximate*.

Tabel 2. Hasil Uji Proximate pada MSW

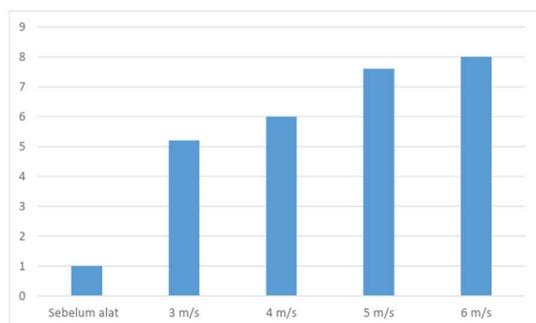
Sampel MSW	Moisture	Volatile	Ash	Fixed Carbon
	%			
1	50.09	44.73	3.15	2.03

4.3 Efektivitas Oli Bekas

Pengukuran keefektifitasan oli bekas diukur dengan menggunakan persamaan (1), untuk mengetahui perbandingan pengaruh penggunaan oli bekas terhadap pengurangan NH₃ dan H₂S.

Tabel 3. Nilai Kandungan Oli Bekas setelah pengujian.

Variasi	Moisture	Volatile	Ash	Fixed Carbon	η
	%				
Sebelum alat	0.15	99.37	0.05	0.43	1
3 m/s	0.31	99.14	0.26	0.29	5.2
4 m/s	0.37	98.9	0.3	0.43	6
5 m/s	0.72	98.84	0.38	0.06	7.6
6 m/s	1.01	98.51	0.4	0.08	8



Gambar 2. Perbandingan Efektivitas Oli Bekas Pada Setiap Variasi Kecepatan Aliran Asap.

Dari Tabel 3 penggunaan oli bekas mengalami peningkatan performa efektivitas pemurnian seiring dengan peningkatan kecepatan. Performa efektivitas

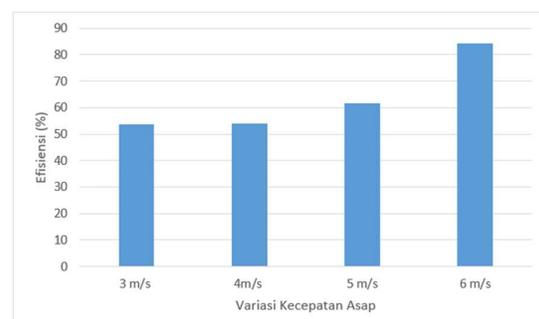
terbaik yang diperoleh pada penelitian ini adalah 8 dengan variasi kecepatan 6 m/s. Hal ini disebabkan oleh munculnya aliran vortex sepanjang *Interceptor*. Pada Gambar 2 menunjukkan peningkatan efektifitas oli bekas pada kecepatan aliran gas hasil pembakaran yang lebih tinggi. Nilai efektifitas dihitung dari kandungan ash yang terdapat dalam oli bekas pada setiap variasi pengujian.

4.4 Efisiensi Pemurnian NH₃ dan H₂S

Efisiensi pemurnian NH₃ dan H₂S dapat dihitung menggunakan persamaan (2) Nilai efisiensi pada setiap variasi pengujian ditampilkan dalam Tabel 4. Dapat dilihat pada Tabel 4 bahwa efisiensi NH₃ dan H₂S sebelum menggunakan *interceptor* sebesar 38.102 ppm, setelah dilakukan pengujian dengan variasi peningkatan kecepatan maka nilai kandungan yang terdapat pada NH₃ dan H₂S mengalami penurunan hingga menjadi 6.053 ppm pada variasi 6 m/s. Sejalan dengan peningkatan kecepatan, nilai efisiensi juga mengalami peningkatan. Efisiensi NH₃ dan H₂S terbaik didapatkan pada variasi 6 m/s dengan efisiensi 84.113%. Peningkatan kecepatan udara akan memberikan efek positif pada performa pemurnian flue gas oleh *interceptor*.

Tabel 4. Efisiensi Pemurnian NH₃ dan H₂S

Variabel Terikat (ppm)	Kecepatan Aliran				
	Tanpa alat	3 m/s	4 m/s	5 m/s	6 m/s
NH ₃	33.42	14.90	14.40	13.07	4.645
H ₂ S	4.67	2.74	3.10	1.56	1.40
Jumlah	38.10	17.65	17.50	14.63	6.05
Efisiensi (%)		53.67	54.06	61.58	84.11



Gambar 3. Efisiensi Pemurnian NH₃ dan H₂S

Pada Gambar 3 ditunjukkan nilai peningkatan efisiensi pada gas NH₃ dan H₂S di setiap variasi kecepatan aliran gas. Masing-masing variasi kecepatan aliran gas menghasilkan efisiensi, yaitu 3 m/s sebesar 53.671%, 4 m/s sebesar 54.064%, 5 m/s sebesar 61.587%, dan 6 m/s sebesar 84.113%. Nilai efisiensi yang diperoleh dipengaruhi oleh media minyak pelumas berupa oli bekas yang mampu menangkap partikel gas pencemaran dan bau serta kecepatan aliran gas.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada pengaruh kecepatan udara terhadap pemurnian flue gas dengan *interceptor* menggunakan media minyak pelumas berupa oli bekas, maka dapat ditarik kesimpulan:

- Pemurnian NH₃ dan H₂S pada *interceptor* mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kecepatan aliran udara. Pada variasi 6 m/s didapatkan data awal NH₃ dari 63,73 ppm menjadi 10,34 ppm, H₂S dari 6,3 ppm menjadi 1,9 ppm. Sehingga variasi kecepatan aliran 6 m/s merupakan variasi yang paling efektif dan efisien yaitu dengan nilai efisiensi sebesar 84,113% dan epektivitas penggunaan pelumas oli bekas pada kecepatan 6 m/s 8 kali lebih efektif dari sebelum penggunaan oli bekas. Peningkatan partikel yang tertangkap oleh media oli bekas pada setiap kenaikan variasi kecepatan aliran. Semakin meningkatnya kecepatan aliran asap maka semakin meningkat juga intensitas turbulensi pada *interceptor* yang meningkatkan penyerapan polutan pada asap hasil pengeringan.

- [6] Susana, I. G. B., Alit, I. B., & Okariawan, I. D. K., 2023, *Rice husk energy rotary dryer experiment for improved solar drying thermal performance on cherry coffee*, *Jurnal International* DOI:10.1016/j.csite.2022.102616
- [7] Therapy, C., Gordon, V., Meditation, C., VanRullen, R., Myers, N. E., Stokes, M. G., Nobre, A. C., Helfrich, R. F., Fiebelkorn, I. C., Szczepanski, S. M., Lin, J. J., Parvizi, J., Knight, R. T., Kastner, S., Wyart, V., Myers, N. E., Summerfield, C., Wan-ye-he, L. I., Yue-de, C. H. U., ... No, S., 2018, Pengaruh Waktu Pengadukan Dan Pengambilan Sampel Larutan Caco3 4% Terhadap Jumlah Endapan Pada Alat Filter Press. *Jurnal Inovasi Proses*, 3.
- [8] Lycinibacillus, O., & Basuki, W. (2016). Biodegradasi Limbah Oli Bekas. 12(2), 111-119.

Daftar Pustaka

- [1] DLHK Kota Denpasar. (2023, August 3). DLHK Denpasar Optimalkan Penanganan, Volume Sampah di <https://www.denpasarkota.go.id>. Denpasar Meningkatkan 20 Persen.
- [2] Suryawan, I. W. K., Wijaya, I. M. W., Sari, N. K., Septiariva, I. Y., & Zahra, N. L., 2021, *Potential of Energy Municipal Solid Waste (MSW) to Become Refuse Derived Fuel (RDF) in Bali Province, Indonesia*. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 10(1), 09–15. DOI:10.15294/jbat.v10i1.29804.
- [3] Silalahi, M., Indriani, A., Syaiful, M., & Hernadewita, D., 2016. Distribusi Temperatur Pada Desain dan Pemilihan Material Drum Pengering Mesin Pengering *Rotary dryer* Untuk Pengolahan Limbah Cair Menggunakan *Finite Volume Met*. *Proceeding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XV (SNTTM XV)* Bandung, 5-6 Oktober 2016 TP 014.
- [4] Sekiguchi, K., Yasui, F., & Fujii, E., 2020, *Capturing of gaseous and particulate pollutants into liquid phase by a water/oil column using microbubbles*. *Chemosphere*, 256,126996. DOI:10.1016/j.chemosphere.2020.126996
- [5] SIPSN., 2022, Capaian <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>.

	Gabriel Cristian CR Sihombing menyelesaikan program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana pada tahun 2024.
Judul tugas akhir Pengurangan Nh3 Dan H2s Menggunakan Plat Interceptor Bermedia Minyak Pelumas Pada Berbagai Variasi Aliran Asap	

	Prof. I Nyoman Suprpta Winaya, S.T., MA.Sc., Ph.D. menyelesaikan studi S1 di Universitas Udayana pada tahun 1994, S2 di Dalhousie University pada tahun 2000, dan S3 di Niigata University pada tahun 2008. Prof. I Nyoman Suprpta Winaya, S.T., MA.Sc., Ph.D memiliki konsentrasi ilmu dalam bidang konversi energi.
--	---

	I Wayan Arya Darma, S.T., M.T. menyelesaikan program S1 di Universitas Udayana pada tahun 2013 dan S2 di Universitas Udayana pada tahun 2018.
--	---