

## **PENGOLAHAN LIMBAH BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN (B3) DENGAN INSINERATOR TIPE *RECIPROCATING GRATE INCINERATOR***

**Adi Moh. Rizal<sup>1)</sup> dan Indah Nurhayati<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Program Studi Teknik Lingkungan; Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas PGRI Adi Buana Surabaya  
Email: [adimboys@gmail.com](mailto:adimboys@gmail.com)

---

### ***Abstrak***

*Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar CO, CO<sub>2</sub> dan efisiensi pembakaran serta pengaruh berat limbah B3 terhadap kadar CO, CO<sub>2</sub>, dan efisiensi pembakaran insinerator tipe reciprocating grate incinerator dalam pengolahan limbah B3. Variabel penelitian ini adalah berat limbah B3 yang dibakar yaitu tanpa limbah (0 kg) sebagai kontrol, 150 kg, dan 300 kg. Jenis limbah B3 yang dibakar yaitu sludge WWTP, majun dan sarung tangan terkontaminasi, dan limbah medis dengan perbandingan berat 3:2:1. Pengukuran kadar CO dan CO<sub>2</sub> dilakukan dengan menggunakan alat Gas Analyzer Bacarach PCA3. Efisiensi pembakaran diperoleh dengan membandingkan kadar CO<sub>2</sub> dan kadar CO hasil pembakaran pada suhu ruang bakar I antara (600-800) °C dan ruang bakar II minimal 1200°C dengan lama pembakaran 1 jam. Hasil dari penelitian ini adalah kadar CO hasil pembakaran limbah B3 pada kondisi tanpa limbah (0 kg), 150 kg dan 300 kg masih dibawah nilai ambang batas sesuai Kep-03/ Bapedal/ 09/1995 yaitu 100 mg/Nm<sup>3</sup>. Semakin besar berat limbah B3 sampai kapasitas maksimum yang dibakar, didapatkan kadar CO yang semakin menurun sedangkan kadar CO<sub>2</sub> semakin meningkat. Efisiensi pembakaran pada insinerator tipe reciprocating grate incinerator dengan variasi berat limbah B3 (tanpa limbah, 50 kg, dan 100 kg) yang dibakar semuanya adalah 99,99%, kondisi ini sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan oleh Kep-03/BAPEDAL/09/1995 yaitu 99,99%. Efisiensi pembakaran pada insinerator tipe reciprocating grate incinerator tidak dipengaruhi oleh variasi berat limbah B3 yang dibakar.*

***Kata Kunci:*** Limbah B3, Insinerator, Efisiensi Pembakaran, Kadar CO.

### ***Abstract***

*This study aims to determine the levels of CO, CO<sub>2</sub> and EP as well as the heavy influence of B3 waste to levels of CO, CO<sub>2</sub>, and the combustion efficiency of the incinerator type reciprocating grate incinerator in wastewater treatment B3. This research variable heavy use of B3 waste incinerators that burned without waste (0 kg) as a control, 150 kg and 300 kg. Type B3 waste is burned that WWTP sludge, contaminated rags and gloves, and medical waste with a weight ratio of 3: 2: 1. Methods of data collection levels of CO and CO<sub>2</sub> measurements done using PCA3 Bacarach Gas Analyzer. The combustion efficiency is obtained by comparing the levels of CO<sub>2</sub> and CO the first chamber combustion temperature between (600-800)°C and second chamber of at least 1200°C with long burning 1 hour. The results of this study are the result of combustion CO level B3 waste in conditions without waste (0 kg), 150 kg and 300 kg is still below the threshold value corresponding Kep-03 / BAPEDAL / 09/1995 is 100 mg / Nm<sup>3</sup>. The greater the weight of waste B3 until maximum capacity is burned, it was found that CO levels decreased while increasing CO<sub>2</sub> levels. The combustion efficiency in the incinerator type Reciprocating grate incinerator with weight variation B3 (without waste, 50 kg and 100 kg) were burnt respectively 99.99% in accordance with the requirements set by Kep-03 / BAPEDAL/09/1995 is 99.99%. The combustion efficiency in the incinerator type Reciprocating grate incinerator is not affected by variations in weight of B3 waste is burned.*

***Keywords:*** B3 waste, Incinerator, Combustion Efficiency, CO level.

## PENDAHULUAN

Menurut PP No. 101 tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun, yang dimaksud dengan bahan berbahaya dan beracun (B3) adalah zat, energy dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung dapat mencemari dan/atau merusak lingkungan hidup, dan/atau membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. Limbah B3 adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan yang mengandung B3.

Limbah B3 dapat berasal dari B3 kadaluwarsa, B3 tumpah, B3 yang tidak memenuhi spesifikasi produk yang akan dibuang, bekas kemasan B3 dan limbah B3 dari sumber yang spesifik. Karakteristik limbah B3 adalah mudah meledak, mudah menyala, reaktif, infeksius, korosif dan/atau beracun(PP.No. 101, 2014).

Proses penyimpanan sementara limbah B3 sampai pengangkutan ke pengolah akhir harus mengikuti beberapa persyaratan penyimpanan dan pengangkutan. Hal ini dimaksudkan untuk menjamin keamanan dan keselamatan proses penyimpanan dan pengangkutan mengingat besarnya potensi bahaya dari beberapa limbah B3. Persyaratan penyimpanan dan pengangkutan dapat diikuti dengan melihat dari karakteristik dan potensi bahaya dari setiap limbah B3. Karakteristik limbah B3 dijadikan landasan yang digunakan untuk menentukan perlakuan dalam proses penyimpanan sementara dan pengemasan pada saat akan dilakukan proses pengangkutan (Kepmen. Tenaga Kerja No. 187, 1999).

Limbah padat B3 tidak diperbolehkan dibuang langsung ke tempat pembuangan akhir limbah domestik dan harus diolah terlebih dahulu(Girsang, 2013). Pengolahan limbah B3 adalah proses untuk mengurangi dan/atau menghilangkan sifat bahaya sifat bahaya dan/atau sifat racun (PP, 2014). Pemilihan jenis pengolahan limbah B3 tergantung pada karakteristik dan kandungan limbah tersebut. Menurut KEP-03/BAPEDAL/09/1995 bahwa pengolahan limbah B3, adalah proses untuk mengubah jenis, jumlah dan karakteristik limbah B3 menjadi tidak berbahaya dan/atau tidak beracun dan/atau immobilisasi limbah B3 sebelum ditimbun dan/atau memungkinkan agar limbah B3 dimanfaatkan kembali (daur ulang). Proses pengolahan limbah B3 dapat dilakukan

secara pengolahan fisika dan kimia, stabilisasi/solidifikasi, dan insenerasi.

Menurut KEP-03/BAPEDAL/09/1995, proses pengolahan secara fisika dan kimia bertujuan untuk mengurangi daya racun limbah B3 dan/atau menghilangkan sifat/karakteristik limbah B3 dari berbahaya menjadi tidak berbahaya. Proses pengolahan secara stabilisasi/solidifikasi bertujuan untuk mengubah watak fisik dan kimia limbah B3 dengan cara penambahan senyawa pengikat B3 agar pergerakan senyawa B3 ini terhambat atau terbatas dan membentuk massa monolit dengan struktur yang kekar. Proses pengolahan secara insenerasi bertujuan untuk menghancurkan senyawa B3 yang terkandung di dalamnya menjadi senyawa yang tidak mengandung B3.

Pengolahan limbah B3 dapat dilakukan dengan beberapa proses yaitu; (a) Proses secara kimia, meliputi proses redoks, elektrolisa, netralisasi, pengendapan, stabilisasi, adsorpsi, penukaran ion dan pirolisis, (b) Proses secara fisika, meliputi proses pembersihan gas, pemisahan cairan dan penyisihan komponen-komponen spesifik dengan metode adsorpsi, kristalisasi, dialisa, elektrodialisa, evaporasi, leaching, reverse osmosis, solvent extraction dan stripping, (c) Proses stabilisasi/solidifikasi, dengan tujuan untuk mengurangi potensi racun dan kandungan limbah B3 dengan cara membatasi daya larut, penyebaran, dan daya racun sebelum limbah dibuang ke tempat penimbunan akhir. Bahan-bahan yang sering digunakan untuk proses stabilisasi /solidifikasi (bahan aditif) antara lain gypsum, lempung, abu terbang sebagai bahan pencampur dan semen, kapur dan tanah liat sebagai bahan perekat/pengikat, (d) Proses insenerasi, dilakukan dengan cara melakukan pembakaran limbah menggunakan alat khusus insinerator. Pengolahan limbah B3 dengan cara insenerasi, efisiensi pembakarannya harus mencapai 99,99% atau lebih. Artinya, jika suatu materi limbah B3 ingin dibakar (insenerasi) dengan berat 100 kg, maka abu sisa pembakaran tidak boleh melebihi 0,01 kg atau 10 gr. Baku mutu efisiensi penghancuran dan penghilangan (DRE) yang disyaratkan adalah sebagai berikut : (a) Baku mutu DRE untuk *Principle Organic Hazard Constituent* (POHCs) 99,99%, (b) Baku mutu DRE untuk *Polychlorinated Biphenyl* (PCBs) 99,9999%, (c) Baku mutu DRE untuk *Polychlorinated Dibenzofurans* 99,9999%, dan (c) Baku mutu DRE untuk *Polychlorinated Dibenso-P-dioxins* 99,9999%. (KEP-03/BAPEDAL/09/1995)

Tingginya efisiensi pembakaran dalam insenerator diperoleh dari hubungan antara suhu ruang bakar yang khusus dan adanya pembakar otomatis (*burner*) dengan bahan bakar dari minyak bakar atau gas alam (LPG). Baku mutu emisi udara Karbon Monoksida (CO) yang dipersyaratkan berdasarkan Kep-03/ Bapedal/ 09/ 1995 dilihat dari efisiensi pembakarannya (EP), yaitu sama atau lebih besar dari 99,99%. Efisiensi pembakaan (EP) adalah kemampuan insinerator untuk mengubah senyawa organik pada limbah B3 menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Efisiensi pembakaran (EP) dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$EP = \frac{C_{ex}}{C_{ex} + C} \times 100 \%$$

Keterangan:

EP = Efisiensi Pembakaran (%)

CO<sub>2</sub> = Konsentrasi emisi CO<sub>2</sub> di *exhaust* (mg/NM<sup>3</sup>)

CO = Konsentrasi emisi CO di *exhaust* (mg/NM<sup>3</sup>)

Salah satu teknologi pengolahan limbah B3 adalah dengan proses *thermal*. Proses *thermal* (insinerasi) adalah salah satu alternatif dalam mengolah limbah B3. Teknologi insinerasi bukan merupakan solusi akhir dari pengolahan limbah B3, karena pada dasarnya hanya memindahkan limbah dari bentuk padat yang kasat mata ke bentuk gas yang tidak kasat mata. Pengolahan limbah padat dengan insenerasi dapat mengurangi volume limbah sekitar 90% dan berat limbah sekitar 75%. Insenerasi mempunyai beberapa kelebihan, yaitu sebagian dari komponen limbah B3 dapat dihancurkan dan limbah berkurang dengan cepat. Penggunaan insinerator yang tidak optimum mempunyai beberapa kerugian diantaranya: kerusakan alat, boros bahan bakar, tingginya residu pasca bakar timbul bau tidak sedap dan timbul partikulat yang menyebabkan pencemaran bagi lingkungan (Nurhayati, 2011).

Insinerator merupakan teknologi pengolahan limbah medis yang dapat memusnahkan komponen berbahaya. Volume limbah yang dapat direduksi 5 – 15% berupa abu selainnya menghasilkan energi. Hal tersebut dapat diperoleh secara bersamaan apabila suhu pembakaran 1200<sup>0</sup>C, sehingga insinerasi dianggap sebagai salah satu cara mengolah limbah yang ideal (Reingart, 1995 dalam Girsang 2013).

Jenis limbah yang dapat dimusnahkan dengan alat insinerator adalah: (a) Limbah infeksius dari rumag sakit, (b) Limbah Industri,

terbagi atas limbah padat, obat kadaluarsa pada industri farmasi, produk sisa pada industri makanan, sabun, sampo dan lain-lain, ampah kemasan, adonan permen yang mengeras dan tidak dapat digunakan pada industri permen, majun atau potongan kain pada industri tekstil, sisa tembakau dan produk reject pada industri rokok, karet- karet bekas dan sudah tidak bisa digunakan pada industri karet, kerak cat yang sudah mengeras pada industri otomotif, (c) Limbah *sludge* dari proses pengolahan limbah cair (*Wastewater Treatment Sludge*) dari berbagai jenis industry.

Keuntungan dari pengolahan limbah dengan proses insinerasi adalah : (a) Proses insinerasi dapat mengurangi volume dan berat limbah secara signifikan, (b) Limbah dapat ditangani dalam waktu yang relatif lebih singkat, (c) Area yang dibutuhkan relatif lebih kecil, (c) Pembuangan gas hasil pembakaran dapat dikontrol secara efektif untuk meminimumkan pengaruh pada lingkungan. Pengolahan limbah dengan insenerator juga mempunyai beberapa kekurangan yaitu : (a) Modal awal yang cukup besar, (b) Biaya operasional cukup tinggi, (c) Masih memerlukan langkah-langkah lanjutan pada akhir proses (abu dan sisa pembakaran) di buang ke lahan lain

Insinerator sebelum digunakan atau dioperasikan secara terus-menerus harus mendapatkan ijin dari Kementrian Lingkungan Hidup (KLH). Insinerator tersebut diuji kinerjanya dalam pengolahan limbah B3 sehingga tidak menghasilkan gas buang yang berbahaya bagi lingkungan. Kinerja insinerator secara mudah dapat dinilai salah satunya melalui uji efisiensi pembakaran insinerator. Tujuan Efisiensi pembakaran pada insinerator untuk mengetahui tingkat kesempurnaan pembakaran senyawa organik pada limbah B3 menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O yang diperoleh dengan membandingkan kadar CO dengan CO<sub>2</sub> pada titik sampling yang telah ditetapkan (Kep-03/ Bapedal/ 09/ 1995).

PT X yang berlokasi di Mojokerto merupakan perusahaan pengolahan limbah B3 dengan menggunakan insinerator tipe *Reciprocating grate incinerator* yang memiliki kapasitas pembakaran 300 kg/jam. Insinerator tipe ini memiliki kelebihan dalam pengumpulan limbah dan pengeluaran abu secara otomatis dan menggunakan 2 ruang pembakaran sehingga pembakarannya lebih sempurna serta menggunakan *Wet Scrubber (Air Pollution Control)* untuk menangkap partikel/abu dan

gas-gas yang bersifat asam sehingga menghasilkan gas buang emisi yang lebih aman dan tidak membahayakan lingkungan. Akan tetapi, insinerator ini belum memiliki ijin operasional dari KLH sehingga insinerator tersebut perlu diuji kinerjanya sesuai Kep-03/Bapedal/ 09/ 1995 dengan salah satu persyaratan adalah efisiensi pembakaran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar CO dan efisiensi pembakarannya serta pengaruh berat limbah B3 terhadap kadar CO, CO<sub>2</sub>, dan efisiensi pembakaran insinerator tipe *Reciprocating grate incinerator* dalam pengolahan limbah B3. Manfaat dari penelitian ini adalah memberi informasi kepada industri dan masyarakat tentang kinerja insinerator tipe *Reciprocating grate incinerator* dalam pengolahan limbah B3.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar CO, CO<sub>2</sub> dan efisiensi pembakaran yang dihasilkan insinerator tipe *reciprocating grate incinerator* dalam pengolahan limbah B3, untuk mengetahui pengaruh berat limbah B3 terhadap kadar CO dan CO<sub>2</sub> dan efisiensi pembakaran pada insinerator tipe *Reciprocating grate incinerator* dalam pengolahan limbah B3

## METODE

Penelitian ini dilakukan di PT X di Mojokerto Jawa Timur yang bergerak dalam bidang pengolahan limbah B3. Objek dari penelitian ini adalah limbah B3.

## Variabel Penelitian

Variabel bebas pada penelitian ini adalah berat limbah B3 yang dibakar, yaitu pada saat kosong (0 kg), normal (150 kg), *overload* (300 kg) dengan komposisi limbah yaitu *sludge Waste Water Treatment Plan* (WWTP), majun terkontaminasi, dan limbah medis dengan perbandingan 3:2:1. Variabel terikat pada penelitian adalah efisiensi pembakaran (kadar CO<sub>2</sub> dan CO di *exhaust*). Variabel kontrol pada penelitian adalah jenis limbah B3 yang dibakar dan lama pembakaran.

## Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah limbah B3. Sampel yang diteliti merupakan limbah B3 yang terdiri dari *sludge waste water treatment* (WWT) industri makanan, dan limbah medical yang berupa kasa, perban, labu, obat kadaluarsa dan sampel laboratorium, botol plastik/kaca dan jaringan tubuh.

## Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah *gas Analyzer Bacarach PCA3, apex isocinetic*, insinerator tipe *Reciprocating grate incinerator (first chamber, second chamber, wet scrubber, cyclon, burner, dan blower)*, dan timbangan. Bahan yang digunakan yaitu majun, sarung tangan kain dan karet, kertas dan plastik terkontaminasi B3, *sludge waste water treatment* (WWT) industri makanan, dan limbah medical yaitu kasa, perban, labu, obat kadaluarsa dan sampel laboratorium, botol plastik/kaca dan jaringan tubuh.

## Langkah Penelitian

1. Menyiapkan sampel limbah B3 yang diperoleh dari beberapa industri dan rumah sakit yaitu *sludge* WWTP, majun dan sarung tangan terkontaminasi, dan limbah medis.
2. Menimbang berat limbah B3 sesuai dengan variabel penelitian yaitu tanpa beban atau sebesar 0 kg (limbah B3 0%), normal atau sebesar 150 kg (limbah B3 50%), dan maksimum atau sebesar 300 kg (limbah B3 100%). Perbandingan berat limbah *sludge* WWTP, majun dan sarung tangan terkontaminasi, dan limbah medis yaitu 3:2:1. Limbah B3 yang sudah ditimbang dimasukkan plastic.
3. Membakar limbah yang sudah dimasukkan kantong plastik dengan insinerator tipe *Reciprocating grate incinerator* selama 1 jam dengan suhu antara (600-800) °C.
4. Mengukur kadar CO dan CO<sub>2</sub> selama proses pembakaran limbah B3 menggunakan alat *gas analyzer*. Pembacaan hasil akhir kadar CO dan CO<sub>2</sub> pada saat angka pada alat tersebut menunjukkan nilai yang stabil.
5. Pengukuran kadar CO dan CO<sub>2</sub> dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali.

## Metode Analisis Data

Data hasil penelitian yang berupa kadar CO dan CO<sub>2</sub> kemudian dihitung efisiensi pembakarannya dengan menggunakan rumus.

$$EP = \frac{C_1}{C_2 + C_1} \times 100 \%$$

Keterangan:

EP = Efisiensi Pembakaran (%)

CO<sub>2</sub> = Konsentrasi emisi CO<sub>2</sub> di *exhaust* (mg/NM<sup>3</sup>)

CO = Konsentrasi emisi CO di *exhaust* (mg/NM<sup>3</sup>)

Data kadar CO dan CO<sub>2</sub> dan efisiensi pembakaran dianalisis dengan pendekatan grafik.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

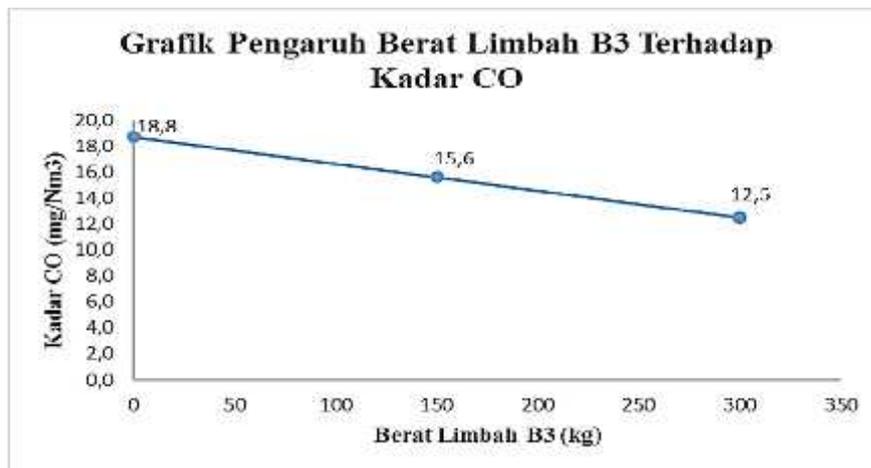
**Pengaruh Berat Limbah B3 Terhadap Kadar CO dan Kadar CO<sub>2</sub>**

Kadar CO dan CO<sub>2</sub> dari pembakaran limbah B3 dengan menggunakan insenerator tipe *reciprocating grate incinerator* disajikan dalam tabel 1.

**Tabel 1.** Kadar CO dan CO<sub>2</sub> Pembakaran Limbah B3 Menggunakan Insenerator Tipe *Reciprocating Grate Incinerator*

Berat (kg)	Replikasi	CO (mg/NM <sup>3</sup> )	CO <sub>2</sub> (mg/NM <sup>3</sup> )	EP (%)	NAB (%)
0	1	18.59	128911.9	99.99	
	2	19.19	130182	99.99	99.99
	3	18.52	125000.2	99.99	
	Rerata	18.8	128031.4	99.99	
150	1	15.5	131969.7	99.99	
	2	15.77	130947.3	99.99	99.99
	3	15.6	131086	99.99	
	Rerata	15.6	131334.3	99.99	
300	1	12.71	146124	99.99	
	2	12.4	139676.2	99.99	99.99
	3	12.49	144152.6	99.99	
	Rerata	12.5	143317.6	99.99	

Pengaruh berat limbah B3 terhadap kadar CO pada pembakaran limbah B3 dengan insenerator tipe *reciprocating grate incinerator* dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pengaruh Berat Limbah B3 Terhadap Kadar CO

Pengaruh berat limbah B3 terhadap kadar CO<sub>2</sub> pada pembakaran limbah B3 menggunakan insenerator tipe *reciprocating grate incinerator* dapat dilihat pada gambar 2. Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi berat limbah B3 yang dibakar, maka semakin tinggi kadar CO<sub>2</sub> yang dihasilkan.

Dari gambar 1 menunjukkan hasil bahwa kadar rata-rata CO pada berat limbah B3 0 kg sampai 300 kg mengalami penurunan dibawah nilai ambang batas baku mutu Kep-03/ Bapedal/ 09/1995 yaitu 100 mg/Nm<sup>3</sup>. Dengan demikian pembakaran limbah B3 dengan berat 0 kg, 150 kg, dan 300 kg dengan insinerator *reciprocating grate incinerator* menghasilkan kualitas emisi

gas buang CO yang sesuai dengan Kep-03/Bapedal/ 09/1995.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar berat limbah B3 sampai kapasitas maksimum, maka pembakarannya semakin sempurna dan semakin baik. Dari hasil pembacaan pada gambar 1 dan gambar 2 dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi berat limbah B3 yang dibakar sampai kapasitas maksimum,

yaitu 300 kg didapatkan kadar CO yang semakin menurun sedangkan kadar CO<sub>2</sub> semakin meningkat. besarnya kadar CO<sub>2</sub> berbanding terbalik dengan kadar CO.

dibutuhkan bahan bakar yang bersih atau murni (tidak ada pengotor) sehingga tidak menghasilkan jelaga dan CO yang tinggi. Faktor pertimbangan ketiga adalah komposisi oksigen yaitu sebesar 40%-90% sesuai stokiometri.



Gambar 3. Pengaruh Berat Limbah B3 Terhadap Kadar CO<sub>2</sub>

### **Pengaruh Berat Limbah B3 Terhadap Efisiensi Pembakaran**

Kadar CO dan CO<sub>2</sub> yang diperoleh dapat mempengaruhi nilai efisiensi pembakaran insinerator tersebut dalam mengolah limbah B3. Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa pembakaran limbah B3 dengan menggunakan insinerator tipe *reciprocating grate incinerator* dengan variasi berat limbah B3 yaitu : 0 kg, 150 kg, dan 300 kg semua menghasilkan efisiensi pembakaran (EP) sebesar 99,99%, dengan demikian pembakaran limbah B3 insinerator tipe *reciprocating grate incinerator* insinerator tipe *reciprocating grate incinerator* sudah sesuai dengan peraturan Kep-03/ Bapedal/ 09/ 1995.

Di dalam pembakaran Limbah B3 ini terdapat 2 (dua) kondisi yang berbeda antara insinerator dengan limbah kosong (0 kg) dan yang memiliki berat (150 kg dan 300 kg). Pada keadaan insinerator kosong kondisi yang diharapkan adalah tidak terdapat kebocoran agar suhu bakar yang dikehendaki pada ruang bakar I yaitu 800°C dan pada ruang bakar 2 yaitu 1200°C, sehingga suhu yang dikehendaki cukup atau mampu untuk mengubah CO menjadi CO<sub>2</sub>. Pertimbangan kondisi yang kedua adalah pada bahan bakar untuk menunjang

terjadinya pembakaran yang sempurna. Supaya pembakaran yang terjadi sempurna maka

Hal ini ditujukan agar oksigen mampu mengoksidasi atau membakar CO menjadi CO<sub>2</sub>. Faktor keempat yang mempengaruhi kualitas pembakaran ini adalah pada waktu tinggal gas pada ruang bakar II, yaitu minimal 2 s/d 6 detik. Waktu tinggal dipengaruhi oleh desain insinerator, hal ini dikarenakan volume insinerator dengan debit udara berbanding lurus untuk mendapatkan waktu tinggal yang sesuai, besaran waktu tinggal 2 s/d 6 detik telah sesuai dengan Kep-03/ Bapedal/ 09/1995 (Sutardi, 2011)

Selain itu 4 (empat) faktor di atas, efisiensi pembakaran juga dipengaruhi oleh berat limbah B3 yang dibakar. Limbah B3 tersebut memiliki nilai kalor tertentu yang dapat meningkatkan suhu pembakaran, semakin banyak limbah B3 maka semakin tinggi nilai kalornya hal ini berdampak pada meningkatnya suhu pembakaran yang lebih tinggi dan dapat membantu proses pembakaran lebih sempurna. Hal ini berbanding lurus dengan suhu yang ingin dicapai, karena semakin besar berat limbah B3 yang dibakar maka akan semakin kecil volume ruang bakar yang tersedia sehingga akan mempercepat peningkatan suhu. Dari peningkatan suhu di ruang bakar ini maka

dapat mempercepat proses oksidasi atau pembakaran CO menjadi CO<sub>2</sub> sehingga pembakarannya dapat dikatakan lebih sempurna (Sutardi, 2011).

#### **KESIMPULAN**

Dari penelitian ini tentang pembakaran limbah B3 menggunakan insinerator tipe *reciprocating grate incinerator* disimpulkan bahwa: (1) Kadar CO hasil pembakaran limbah B3 mulai dari 0 kg, 150 kg dan 300 kg masih dibawah nilai ambang batas sesuai Kep-03/ Bapedal/ 09/1995 yaitu 100 mg/Nm<sup>3</sup>. (2) Pembakaran limbah B3 dengan variasi berat limbah B3 yaitu : 0 kg, 150 kg, dan 300 kg semua menghasilkan efisiensi pembakaran (EP) sebesar 99,99%, dengan demikian EP sudah sesuai dengan peraturan Kep-03/ Bapedal/ 09/ 1995. (3) Kadar CO dan CO<sub>2</sub> dipengaruhi oleh berat limbah B3, semakin besar berat limbah B3 sampai kapasitas maksimum yang dibakar, kadar CO semakin menurun sedangkan kadar CO<sub>2</sub> semakin

meningkat. (4) Efisiensi pembakarannya tidak dipengaruhi oleh variasi berat limbah B3 yang dibakar, berat limbah B3 (0 kg, 50 kg, dan 100 kg) yang dibakar semua menghasilkan EP yang sama yaitu 99,99%.

Perlu adanya penelitian lanjutan tentang pengaruh komposisi limbah, jenis limbah dan berat limbah yang dibakar yang melebihi kapasitas incinerator dan juga perlu dilakukan analisis untuk parameter yang lain, seperti: kadar debu, efisiensi pembakaran secara fisik

#### **UCAPAN TERIMAKASIH**

Ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada Universitas PGRI Adi Buana yang sudah memberikan kesempatan kepada peneliti untuk melakukan penelitian. Tidak lupa ucapan terima kasih juga peneliti sampaikan kepada Dra. Indah Nurhayati, ST,MT yang telah memberkan bimbingan dan arahan kepada peneliti demi terselesaikannya penelitian ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Girsang, V.E 2013. Evaluasi Pengelolaan Limbah Padat B3 Hasil Insinerasi di RSUD Dr Soetomo Surabaya. *Jurnal Teknik POMITS*, 02(02), 46-50.
- Gusdini, Ninin. 2012. *Pengelolaan Limbah B3*. Fakultas Teknik. Jakarta: Universitas Sahid Jakarta.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja RI No. Kep. 187/Men/1999 Tentang Pengendalian Bahan Kimia Berbahaya di Tempat Kerja
- Keputusan Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Nomor 03/Bapedalda/09/1995 Tentang Persyaratan Teknis Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.
- Nurhayati, I. & Triastuti, S.A. 2011. *Pengolahan Sampah Medis Jarum RS. DR. Sutomo Surabaya dengan Incenerator Modifikasi*. *Jurnal Teknik WAKTU* 09 (01), 25-33.
- Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.
- Sutardi, T. 2011. *Combustion Technique & Gaseous Emission Monitoring*. Bogor.
- Unites States Enviromental Protection Agency, 2006. *Method 10 – determination of Carbon Monoxide Emission from Stationary Source*.
- Zulhijjah, J. 2014. *Efektifitas Pemusnahan Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) Secara Thermal (Insinerasi)*. Skripsi. Jakarta : Universitas Sahid Jakarta.