

PROTOTIP INCINERATOR UNTUK PEMBAKARAN LIMBAH PADAT INDUSTRI

Oleh :

Rofinda, Siti Noertri Hidayati, Wuryanto, M. Toton. Suprpto *)

Incinerator Prototype for Combusting of Industrial Solidwaste

Abstract :

Stepping type incinerator with volume 0,4 m³, estimate burning temperatur 1000 ° C was built on this research. The feeding positioned on the top of steps, while the burner is positioned next to the lowest steps. Solid waste will be drop from upper level in line with solid waste burned at the lower level of stepping incinerator. From this resach the burning efficiency of incinerator performance 72 % for the solid waste from printing waste water, 97 % for polymer solid waste and the gas emmision test still within the range of the air emmisin standard.

Intisari :

Pada penelitian ini dibuat alat incinerator dengan prediksi temperatur 1000°C, volume 0,4 m³ dengan model bertangga. Feeding terletak ditangga teratas sedangkan dihadapan anak tangga terbawah dipasang burner. Limbah padat akan jatuh dari tangga teratas bersamaan dengan terbakarnya limbah padat ditangga terbawah. Dari hasil uji unjuk kerja alat yang dirancang efisiensinya mencapai 72 % untuk pembakaran limbah padat yang berasal dari pengolahan air limbah industri percetakan dan 97 % untuk pembakaran limbah padat industri polimer, sedangkan uji emisi incineratornya tidak melewati baku mutu standarnya.

I. PENDAHULUAN

Incinerator adalah suatu alat berupa tungku pembakaran yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah padat dari industri ataupun domestik. Seiring dengan kemajuan dan bertambahnya aktifitas manusia, tanpa penanganan lebih lanjut dari limbah padat akan mengakibatkan terjadinya penumpukan/penimbunan limbah padat, yang ini akan dapat menimbulkan akibat lain yang lebih berbahaya. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya penumpukan limbah padat diantaranya adalah :

- Faktor manusia, karena disiplin dan

*) Staf Peneliti Balai Besar Kimia dan Kemsan

kesadaran yang kurang akan kebersihan lingkungan.

- Faktor ekonomi, karena untuk membuat alat pengolah limbah yang baik membutuhkan biaya yang tidak sedikit.
- Faktor perundang-undangan/peraturan untuk pengawasan dan hukum bagi pembuang limbah/sampah yang masih lemah dan kurang.

Apabila limbah padat tersebut dibakar ditungku pembakaran/incinerator maka akan diperoleh beberapa keuntungan diantaranya :

- Tidak diperlukan lahan yang luas
- Dapat mengurangi jumlah berat dan volume dari limbah padat tersebut.

- Dapat mengontrol kualitas bau dan kualitas udara pembakaran yang dikeluarkan.
- Energi panas yang dihasilkan dapat digunakan kembali.

Selama ini kebanyakan industri kecil belum mengolah limbah padatnya dan jarang mempunyai tungku pembakar. Untuk itu dilakukan penelitian desain prototipe incinerator untuk pengolahan limbah padat industri.

II. LATAR BELAKANG TEORI

Untuk mendesain suatu incinerator harus diperhatikan prinsip-prinsip dari suatu pembakaran dan klasifikasi dari incinerator yang akan dibuat.

A. Teknologi pembakaran.

Incinerator dibuat berdasarkan teori pembakaran yang tepat sehingga diperoleh hasil yang optimal sesuai atau mendekati hasil yang diharapkan.

Prinsip dari suatu pembakaran adalah :

1. Ada zat yang dibakar, oksigen dan energi untuk pembakaran
2. Temperatur nyala, temperatur nyala dari zat tidak konstan dapat berubah sesuai dengan kandungan oksigen didalam udara
3. Cara-cara pembakaran
Untuk masing-masing bentuk zat terjadi beberapa kali perubahan sebelum terjadi pembakaran.

B. Klasifikasi incinerator

1. Klasifikasi berdasarkan cara operasi :
 - a. Operasi secara manual.
Limbah padat yang akan dibakar di-

angkut ke incinerator secara manual, dibakar dan abu sisa pembakaran dikeluarkan secara manual juga.

- b. Operasi secara mekanik
Pengangkutan limbah padat dan mengeluarkan debu sisa pembakarannya secara mekanik

- c. Operasi secara kontinyu
Operasi secara kontinyu biasa digunakan di industri besar yang semua prosesnya didesain secara kontinyu.

2. Klasifikasi berdasarkan system pembakaran

- a. Sistem pembakaran secara umum
Pada sistem incinerator ini gas yang dikeluarkan dari tempat pembakaran limbah berada pada ruang yang sama. Oleh karena itu gas yang dikeluarkan dari pembakaran limbah akan terbawa keluar dengan adanya kelebihan udara yang berasal dari luar.

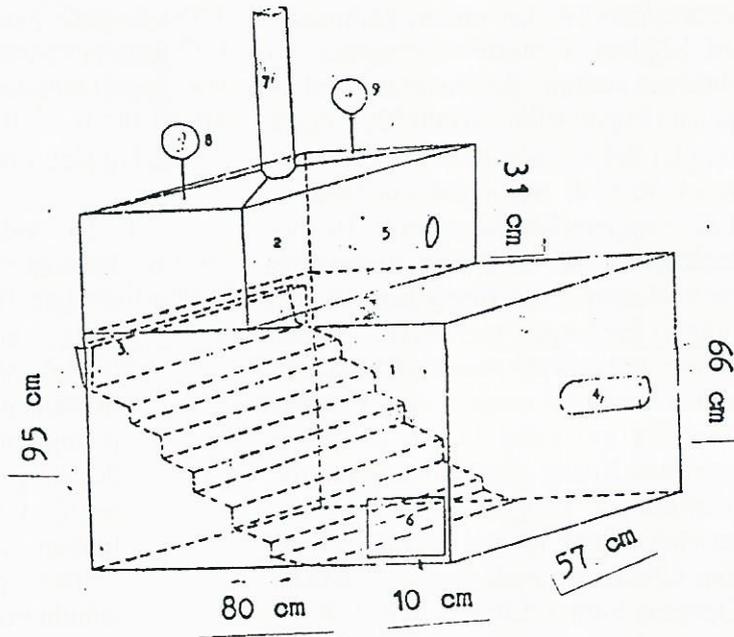
- b. Sistem semi gasifikasi
Pada sistem ini gas yang dikeluarkan dari tempat pembakaran tidak terpisah secara jelas.

- c. Sistem gasifikasi pembakaran lengkap
Pada sistem ini ruangan gas yang dihasilkan terpisah dengan ruang pembakaran. Gas yang dihasilkan tadi akan terurai dan kembali terbakar di ruang pembakaran berikut dengan adanya burner tambahan. Biasanya sistem pembakaran ini cocok untuk pembakaran limbah padat industri plastik. Gas yang dihasilkan belum sempurna sehingga akan dibakar lagi pada ruang pembakaran selanjutnya.

III. HIPOTESA

Sistem bertangga pada proses umpanan (feeding) dalam incinerator diharapkan dapat memperlancar dan mempermudah kontak langsung dari limbah yang dibakar dengan api, sehingga efisiensi pembakaran dapat meningkat.

- 4 & 5 : Pembakar (Burner)
- 6 : Pintu pengambilan debu
- 7 : Pipa gas buang
- 8 : Pengontrol Tekanan (Pressure gauge)
- 9 : Pengontrol Suhu (Thermokopel)



Gambar : Desain Prototipe Incinerator

III. PELAKSANAAN KEGIATAN

- a. Tahap-tahap kegiatan
 - 1. Disain Incinerator

Keterangan :

- 1 & 2 : Ruang pembakaran
- 3 : Pengumpan (Feeder)

- 2. Bahan dan alat yang digunakan:
 - Besi plat
 - Besi siku
 - Semen tahan api, batu tahan api jenis C31
 - Isolasi asbes, wool
 - Burner kecil
 - Termo kopel ($T > 1500^{\circ}\text{C}$)
 - Pressure gauge ($\text{kg}/\text{cm}^2 \text{ aq}$)

- Tangki bahan bakar minyak
- Mur, baut, pipa dan peralatan las
- Panel kontrol
- Centrifugal fan
- Kompresor ¼ PK

3. Pembuatan Incinerator

Pada penelitian ini akan dibuat incinerator dengan klasifikasi operasi secara manual dan sistem pembakaran lengkap. Prototipe incinerator ini didesain untuk pembakaran limbah padat dengan suhu 1000 °C, volume tungku 0,4 m³, sistim kontinyu bahan bakar minyak tanah yang disemprotkan menggunakan kompresor. Bentuk incinerator ini memiliki dua ruang pembakaran yaitu, ruang pembakaran utama berfungsi membakar limbah padat, sedangkan ruang pembakaran kedua berfungsi untuk menyempurnakan sisa gas yang belum sempurna terbakar. Ruang pembakaran pertama mempunyai tangga-tangga, feeding terletak di atas tangga teratas sedangkan di hadapan anak tangga terbawah dipasang burner. Limbah padat akan

Jatuh dari tangga teratas bersamaan dengan terbakarnya limbah padat di tangga terbawah.

Tahap-tahap pembuatan :

Dasar incinerator berbentuk tangga untuk mempermudah bahan yang dibakar kontak dengan api dari burner yang terletak pada anak tangga terbawah. Pembuatan dinding samping dan depan pembuatan feeding, jendela kontrol, tempat pemasangan termo kopel, pressure gate dan cerobong.

b. Uji Kelayakan

1. Uji kelayakan alat (uji performance) incinerator ini dilakukan dengan mengambil contoh limbah padat yang berasal dari pengolahan limbah cair industri percetakan dan limbah padat dari industri polimer (campuran dari proses urea formaldehid, polifinil asetat dan fenolik-resin). Untuk kelancaran pemasukan limbah padat difeeding sebaiknya limbah padat tersebut dihaluskan dahulu seukuran batu kerikil.

Tabel 1. Pembakaran limbah padat dari pengolahan limbah cair industri percetakan.

No.	Jumlah Sampel	Waktu (menit)	Temperatur
1.	-	1 – 30	560 °C
2.	5 kg	30 – 45	850 °C
3.	5 kg	45 – 60	880 °C
4.	5 kg	60 – 75	900 °C
5.	5 kg	75 – 90	900 °C
6.	-	90 – 105	800 °C
7.	-	105 - 120	610 °C

Pada tabel 1 terlihat uji pembakaran dengan pemasukan sampel tiap 5 kg selang waktu 15 menit, terlihat temperatur maksimal yang bisa dicapai 900 °C. Setelah pemasukan sample berhenti temperatur mulai turun dan terlihat dari pintu kontrol semua permukaan limbah padat sudah terbakar. Untuk pembakaran 20 kg efisiensi yang dicapai adalah 72,4 %. Untuk membandingkan hasil yang telah diperoleh dari pembakaran dengan menggunakan incinerator yang di desain ini, digunakan juga incinerator tipe statis di ruang percobaan Combustion Gas Cleaning System Unit Balai Besar Kimia

dan Kemasan dengan satu burner, sistem operasi secara manual bahan bakar solar. Dari tabel terlihat temperatur yang bisa maksimal dengan pembakaran 5 kg adalah 770 °C dan efisiensi yang dicapai 42 %. Dari tabel 3 terlihat pembakaran limbah polimer berupa campuran dari urea formaldehid, polivinil asetat dan phenolik resin dibutuhkan waktu yang sama dan temperatur yang dicapai lebih tinggi (1200 °C). Ini disebabkan karena limbah itu sendiri pada temperatur tinggi dapat terbakar sempurna, terlihat dari efisiensi yang dicapai dari pembakarannya mencapai 97,6 %.

Tabel 2. Pembakaran limbah padat dari pengolahan limbah padat industri percetakan dengan Combustion Gas Cleaning System Unit.

No.	Jumlah Sampel	Waktu (menit)	Temperatur
1.	-	30	690 °C
2.	5 kg	15	750 °C
3.	5 kg	15	750 °C
4.	5 kg	15	770 °C
5.	-	15	510 °C

Tabel 3. Pembakaran limbah padat dari industri polimer

No.	Jumlah sampel	Waktu (Menit)	Temperatur
1.	-	1 – 30	780 °C
2.	5 kg	30 – 45	1050 °C
3.	5 kg	45 – 60	1180 °C
4.	5 kg	60 – 75	1200 °C
5.	5 kg	75 – 90	1200 °C
6.	-	90 – 105	900 °C
7.	-	105 – 120	

- Tangki bahan bakar minyak
- Mur, baut, pipa dan peralatan las
- Panel kontrol
- Centrifugal fan
- Kompresor ¼ PK

3. Pembuatan Incinerator

Pada penelitian ini akan dibuat incinerator dengan klasifikasi operasi secara manual dan sistem pembakaran lengkap. Prototipe incinerator ini didesain untuk pembakaran limbah padat dengan suhu 1000 °C, volume tungku 0,4 m³, sistem kontinyu bahan bakar minyak tanah yang disempatkan menggunakan kompresor. Bentuk incinerator ini memiliki dua ruang pembakaran yaitu, ruang pembakaran utama berfungsi membakar limbah padat, sedangkan ruang pembakaran kedua berfungsi untuk menyempurnakan sisa gas yang belum sempurna terbakar. Ruang pembakaran pertama mempunyai tangga-tangga, feeding terletak di atas tangga teratas sedangkan di hadapan anak tangga terbawah dipasang burner. Limbah padat akan

Jatuh dari tangga teratas bersamaan dengan terbakarnya limbah padat di tangga terbawah.

Tahap-tahap pembuatan :

Dasar incinerator berbentuk tangga untuk mempermudah bahan yang dibakar kontak dengan api dari burner yang terletak pada anak tangga terbawah. Pembuatan dinding samping dan depan pembuatan feeding, jendela kontrol, tempat pemasangan termokopel, pressure gate dan cerobong.

b. Uji Kelayakan

1. Uji kelayakan alat (uji performance) incinerator ini dilakukan dengan mengambil contoh limbah padat yang berasal dari pengolahan limbah cair industri percetakan dan limbah padat dari industri polimer (campuran dari proses urea formaldehid, polifinil asetat dan fenolik-resin). Untuk kelancaran pemasukan limbah padat difeeding sebaiknya limbah padat tersebut dihaluskan dahulu seukuran batu kerikil.

Tabel 1. Pembakaran limbah padat dari pengolahan limbah cair industri percetakan.

No.	Jumlah Sampel	Waktu (menit)	Temperatur
1.	-	1 – 30	560 °C
2.	5 kg	30 – 45	850 °C
3.	5 kg	45 – 60	880 °C
4.	5 kg	60 – 75	900 °C
5.	5 kg	75 – 90	900 °C
6.	-	90 – 105	800 °C
7.	-	105 - 120	610 °C

Pada tabel 1 terlihat uji pembakaran dengan pemasukan sampel tiap 5 kg selang waktu 15 menit, terlihat temperatur maksimal yang bisa dicapai 900 °C. Setelah pemasukan sample berhenti temperatur mulai turun dan terlihat dari pintu kontrol semua permukaan limbah padat sudah terbakar. Untuk pembakaran 20 kg efisiensi yang dicapai adalah 72,4 %. Untuk membandingkan hasil yang telah diperoleh dari pembakaran dengan menggunakan incinerator yang di desain ini, digunakan juga incinerator tipe statis di ruang percobaan Combustion Gas Cleaning System Unit Balai Besar Kimia

dan Kemasan dengan satu burner, sistem operasi secara manual bahan bakar solar. Dari tabel terlihat temperatur yang bisa maksimal dengan pembakaran 5 kg adalah 770 °C dan efisiensi yang dicapai 42 %. Dari tabel 3 terlihat pembakaran limbah polimer berupa campuran dari urea formaldehid, polivinil asetat dan phenolik resin dibutuhkan waktu yang sama dan temperatur yang dicapai lebih tinggi (1200 °C). Ini disebabkan karena limbah itu sendiri pada temperatur tinggi dapat terbakar sempurna, terlihat dari efisiensi yang dicapai dari pembakarannya mencapai 97,6 %.

Tabel 2. Pembakaran limbah padat dari pengolahan limbah padat industri percetakan dengan Combustion Gas Cleaning System Unit.

No.	Jumlah Sampel	Waktu (menit)	Temperatur
1.	-	30	690 °C
2.	5 kg	15	750 °C
3.	5 kg	15	750 °C
4.	5 kg	15	770 °C
5.	-	15	510 °C

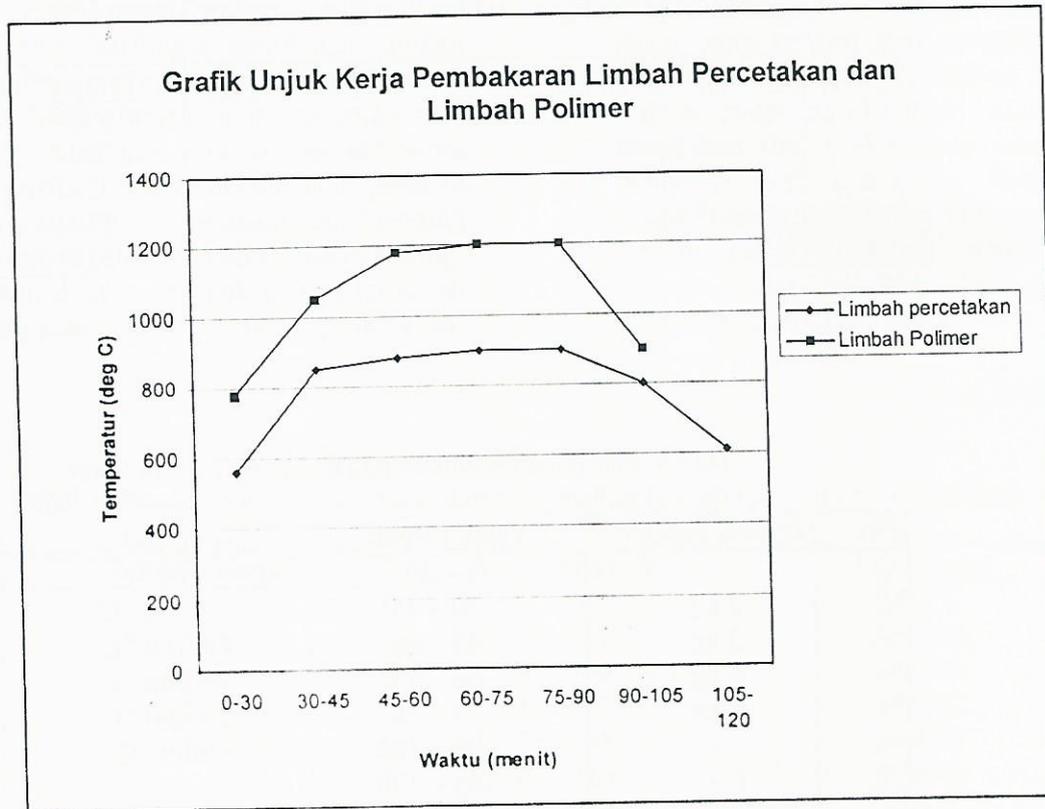
Tabel 3. Pembakaran limbah padat dari industri polimer

No.	Jumlah sampel	Waktu (Menit)	Temperatur
1.	-	1 – 30	780 °C
2.	5 kg	30 – 45	1050 °C
3.	5 kg	45 – 60	1180 °C
4.	5 kg	60 – 75	1200 °C
5.	5 kg	75 – 90	1200 °C
6.	-	90 – 105	900 °C
7.	-	105 – 120	

V. HASIL PENELITIAN DAN DISKUSI

Dari tabel 1 dan tabel 2 terlihat untuk pembakaran limbah percetakan dari incinerator yang di desain bisa mencapai 900 °C dan efisiensinya 72,4 %, sedangkan menggunakan incinerator di Combustion Gas Cleaning System Unit (BBKK) tipe statis temperatur yang dicapai maksimum hanya 770 °C dan efisiensinya 42 %. Sistem bertangga ternyata mempermudah kontak langsung yang dibakar dengan api, sedangkan pada incinerator tipe statis hanya permukaannya saja yang terkontak dengan api.

Dari sini terlihat bahwa model incinerator yang di desain bertangga lebih efektif dari model incinerator BBKK yang statis. Tabel 3 memperlihatkan hasil pembakaran limbah padat dari industri polimer. Temperatur maksimum yang dicapai 1200°C dan efisiensi yang dicapai 97,6%. Ini disebabkan karena limbah itu sendiri pada temperatur tinggi dapat terbakar sempurna dan dengan system bertangga mengakibatkan limbah itu juga dapat berfungsi sebagai bahan bakar. Unjuk kerja alat incinerator yang di desain dengan pembakaran limbah percetakan dan limbah polimer dari Table 1 dan Table 3 dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Prototipe incinerator yang di desain terbukti paling cocok untuk pembakaran limbah polimer, untuk itu dilakukan pengujian untuk emisi udara yang dikeluarkannya. Dilakukan juga uji kelayakan pakai incinerator sesuai peraturan perizinan

incinerator dari Bapedal, dengan hasil seperti pada table berikut :

Dari hasil pengujian emisi udara sesuai baku mutu emisi udara untuk incinerator tidak ada yang melewati nilai ambang atas. Pengujian dilakukan sesuai standar SNI dan JIS.

No	Parameter	Unit	Hasil	Kadar Maksimum BME Udara Untuk Incinerator
1	2	3	4	5
1	Partikel	mg/Nm ³	27,52	50
2	SO ₂	mg/Nm ³	31,50	250
3	NO ₂	mg/Nm ³	34,54	300
4	HF	mg/Nm ³	3,57	10
5	CO	mg/Nm ³	100	100
6	HCl	mg/Nm ³	53,7	70
7	Total HC sebagai	mg/Nm ³	25	35
8	CH ₄	mg/Nm ³	tt	1
9	As	mg/Nm ³	tt	0,2
	Cr			
10	Cd	mg/Nm ³	tt	1
11	Pb	mg/Nm ³	tt	5
12	Hg	mg/Nm ³	tt	0,2
13	TI	mg/Nm ³	-	0,0
14	Opasitas	%	2	10
15	CO ₂	%	10	-
16	O ₂	%	2	-

VII. KESIMPULAN

Prototip Incinerator yang dibuat dengan proses umpanan sistem bertangga, memberikan hasil uji coba sebagai berikut :

1. Limbah industri percetakan :
 - efisiensi 72%
 - Suhu pembakaran 900° C

Hasil ini ternyata lebih baik dibanding dengan pembakaran dalam Incinerator tipe statis (efisiensi 42%; suhu 770° C).

2. Limbah industri polimer :
 - efisiensi 97,6%
 - Suhu pembakaran 1200° C.

VIII. DAFTAR PUSTAKA

1. Air Pollution Engineering Manual. "Air and Waste Management Association" edited by Anthony J. Buonicore", Van Nostrand Reinhold, New York, 1992.

2. Arcadio P. Sincero Sr. D.Sc., "Environmental Engineering A Design Approach", Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1995.
3. Crawford martin, Air Pollution Theory, Mc. Graw Hill, Inc. United Stated of America, 1976.
4. Donald. L. Wise, Debra, J. Trantolo, "Process Engineering for Pollution Control and Waste Minimization".
5. Gary F. Lidgran, Managing Industrial hazardous Waste, A. Practical hand Book, 1990.
6. General Review and Parctic in Japan., "Industrial Pollution Control, Industrial Pollution Control Association of Japan", Tokyo, 1989.
7. Howard S. Peavy, Donald R. Rowe., " Environmental Engineering", Mc. Graw Hill Book Company, Paris, Tokyo, 1986.
8. Industrial Air Pollution Control System "William L. Heumann" Mc. Graw Hill Company, New York, 1997.
9. Introduction to Hazardous Waste Incineration "Louis Theodore, Joseph Reynolds" John Willey & Sons, Inc. New York 1987.
10. Kenzou Akiyama., "Text Fundamentals of Industrial Pollution Prevention on Air Pollution Prevention Technology Part 2, MOIT - JICA, 1995.
11. Mc. Graw Hill, Integrated Solid Waste Management International Edition, 1993
12. R. Norm's Serve, Joseph A Brink Jr., "Chemical Process Industries"., Mc. Graw Hill Kogakushi Ltd, 1977.
13. Yasuyuki Makita., "Text for Air Pollution Prevention Technology", MOIT - JICA, September 1996 - October 1998.

-----ooooo00000ooooo-----