

Pembuatan Alat *Incinerator* Limbah Padat Medis Skala Kecil

(Manufacturing Of Small Scale Solid Medical Waste Incinerator)

SUKAMTA, ANDRI WIRANATA, THOHARUDDIN

ABSTRACT

Trash is one of the major problems in big cities. Trash has negative impact on the environment, because waste can cause environmental pollution, as well as hygiene and health problems. For processing the solid medical waste, it must be combusted at temperatures higher than 800 °C to reduce combustible garbage that can no longer be recycled, and toxic chemicals, to kill bacteria and virus. In energy efficient perspective, to overcome this, an incinerator has been developed. The main incinerator frame is made of iron elbow. The iron elbow is cut using an appropriate machine depending on the dimension of the design, and they are assembled by welding process. The further step is to complete by manufacturing of the chamber, and chimneys. The wall of the incinerator machine is made of red bricks, and glass wool for insulators. To measure and control the temperature, thermocouple and thermocontrol being put on the inner wall of the incinerator machine are used. The function of the incinerator machine was tested, and it worked well. Commissioning test of the machine for solid medical waste i.e. infusion bottles, spets, glass bottles, baby pempers and expired medicines were conducted. It shows that the achieved temperature is of 998°C during 25 minutes of the operation and all of the solid waste have become ash except needle, plastic and glass. So, this machine can be operated as a small scale solid medical waste processing equipment.

Keywords: Incinerator, Manufacture, Chamber, Temperature, Medical Solid Waste

PENDAHULUAN

Limbah rumah sakit adalah semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan Rumah Sakit dalam bentuk padat, cair, pasta maupun gas yang dapat mengandung mikroorganisme patogen bersifat infeksius, bahan kimia beracun, dan sebagian bersifat radioaktif. Limbah rumah sakit cenderung bersifat infeksius dan kimia beracun yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia, memperburuk kelestarian lingkungan hidup apabila tidak dikelola dengan baik. Limbah padat rumah sakit yang lebih dikenal dengan pengertian sampah rumah sakit adalah sesuatu yang tidak dipakai, tidak disenangi, atau sesuatu yang harus dibuang yang umumnya berasal dari kegiatan yang dilakukan oleh manusia, dan umumnya bersifat padat (Azwar, 1990). Limbah padat rumah sakit adalah semua limbah rumah sakit yang berbentuk padat akibat kegiatan rumah sakit yang terdiri dari limbah medis padat dan non medis (Keputusan MenKes R.I. No.1204/MENKES/SK/X/2004). Proses

pembakaran merupakan salah satu alternatif metode pengolahan limbah yang efektif digunakan. Sistem ini mempunyai kelebihan antara lain dapat menghasilkan energi panas dan membutuhkan waktu degradasi yang singkat dibandingkan dengan pengolahan sistem composting, landfill dan open dumping. Proses pembakaran mampu mengurangi volume sampah sampai 90% sedangkan kompos, landfill dan open dumping hanya mampu menurunkan volume sebesar 40%. Insinerasi menurut Salmiyatun (2003) merupakan proses pengolahan limbah padat dengan cara pembakaran pada temperatur lebih dari 800°C untuk mereduksi sampah mudah terbakar yang sudah tidak dapat didaur ulang lagi, membunuh bakteri, virus dan kimia toksik. Proses ini dilakukan di dalam sebuah alat bernama *incinerator*. Salah satu kelebihan yang dikembangkan terus dalam teknologi terbaru dari *incinerator* adalah sampah dapat dimusnahkan dengan cepat dan terkendali, serta tidak memerlukan lahan yang luas. Penelitian yang dilakukan Rahardjo (2010) dengan membuat *incinerator* berbentuk

silinder ini menggunakan bahan bata tahan api untuk dinding ruang pembakaran. Untuk pembakaran, *incinerator* ini menggunakan 3 (tiga) *burner* berbahan bakar gas. Penelitian yang dilakukan Girsang dan Herumurti (2013) melakukan evaluasi pengolahan limbah padat B3 hasil pembakaran di RSUD Dr. Soetomo Surabaya. *Incinerator* yang digunakan untuk pembakaran adalah tipe *Rotary Kiln*. Dalam sehari, *incinerator* di RSUD Dr. Soetomo dapat membakar limbah medis sebanyak 4 kali. Rata-rata suhu pembakaran yang berlangsung adalah 900°C. Kendala yang dialami saat ini adalah penggunaan teknologi *incinerator* yang masih memerlukan banyak energi pembakaran dari bahan bakar minyak ataupun gas, sehingga biaya operasional *incinerator* tersebut menjadi tinggi dan harga *incinerator* tersebut relatif sangat mahal.

Untuk mengatasi hal tersebut maka dikembangkan teknologi mesin *incinerator* yang diharapkan mampu mengatasi permasalahan tersebut untuk pengolahan limbah padat medis yang hemat energi. Maka dari itu, dibuatlah alat *incinerator* tanpa mesin pembakar (*burner*) sebagai pembakar utamanya. yang akan menghemat energi pembakaran sehingga biaya operasionalnya rendah dan biaya pembuatan *incinerator* tersebut relatif murah. Dalam pembuatan *incinerator* ini juga lebih sederhana dibandingkan dengan pembuatan *incinerator* sistem *burner*.

TINJAUAN PUSTAKA

Hidayah, Euis N. (2007) melakukan penelitian dengan uji kemampuan pengoperasian *incinerator* untuk mereduksi limbah klinis Rumah Sakit Umum Haji Surabaya. Penelitian ini kemampuan *incinerator* untuk mereduksi limbah mencapai 85% selama 3 - 4 jam. Kemampuan *incinerator* berdasarkan waktu proses dan berat massa mengikuti kinetika reaksi orde satu dan k (laju reaksi) optimum = 1,0132 dengan 5 kg massa dan k minimum = 0,6839 pada 30 kg massa. Pramita, N. (2007) melakukan penelitian dengan evaluasi pengolahan limbah padat medis Rumah Sakit Pusat angkatan Darat Gatot Soebroto. *Incinerator* yang digunakan di RSPAD Gatot Soebroto memiliki kapasitas pembakaran 5 m³ dengan jenis *Cotrolled Air Insinerator* yang dilengkapi dengan *pollution control* berupa *wet chamber* dan *Hazard Particel Pervender*.

Nugroho dan Handayani (2008) melakukan penelitian dengan analisa pengolahan limbah padat Rumah Sakit Daerah Kabupaten Kudus. Ketidakefektifan pembakaran ini kemungkinan disebabkan oleh waktu tinggal limbah padat medis di *incinerator* yang singkat dan temperatur yang dibutuhkan untuk menghancurkan limbah padat medis tersebut tidak terlalu tinggi.

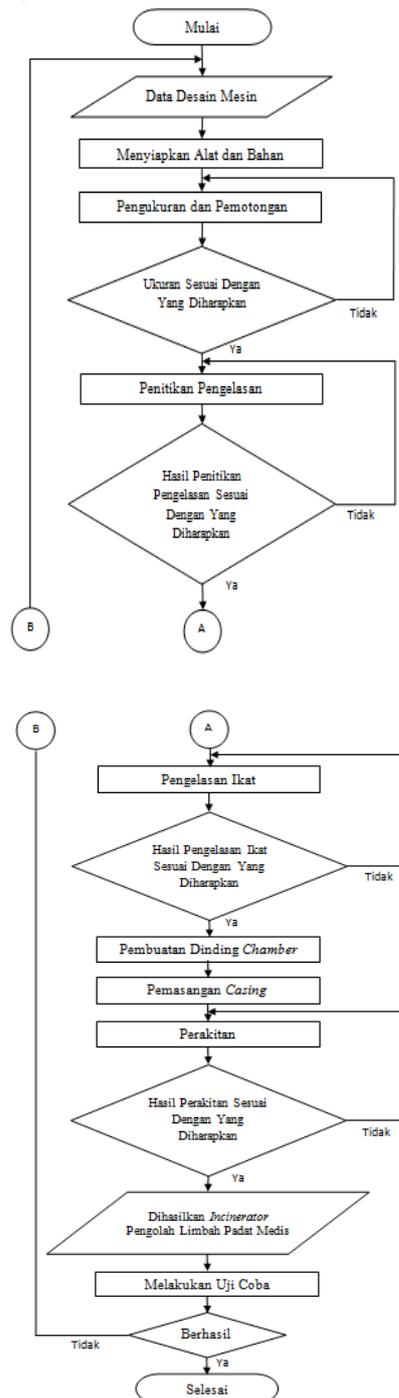
Ratman, dkk. (2010) melakukan penelitian dengan analisa pengolahan limbah B3 di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia. Sistem pengelolaan limbah B3 dengan menggunakan *incinerator*, nilai DRE yang dihasilkan adalah 80,59 % masih belum memenuhi baku mutu peraturan Kep-03/Bapedal/09/1995 yaitu 99,99%. Suhu yang tidak tercapai dengan optimal menyebabkan pembakaran tidak sempurna, sehingga efisiensi DRE kurang dari 99%. Hal ini disebabkan oleh kurang maksimal penggunaan *incinerator*. Margono, dkk. (2011) melakukan penelitian dengan rancang bangun prototipe tungku pembakar sampah radioaktif. Pembuatan tungku ini menggunakan batu bata yang terdiri campuran semen tahan api, pasir batu dan semen bangunan. Perbandingannya 1 : 1 : 1 yang kemudian dicampur dengan air dan dicetak. Untuk pembakarannya tungku ini menggunakan 3 unit burner yang berbahan bakar minyak. Saragih, Jahn L. dan Herumurti, W. (2013) melakukan penelitian dengan evaluasi fungsi *incinerator* dalam memusnahkan limbah B3 di Rumah sakit TNI Surabaya. Setelah dilakukan penelitian langsung selama 14 hari berturut-turut, didapatkan bahwa rata-rata timbulan limbah B3 adalah 89,98 Kg/hari dan dengan densitas rata-rata limbah 166,67 kg/m³. Tingkat removal dari pembakaran limbah dengan *incinerator* di Rumah Sakit TNI adalah 82,63%. Lolo Dina P. (2014) melakukan penelitian dengan analisis penggunaan *incinerator* pada pengolahan sampah di kota Merauke. Pembuangan akhir sampah dengan menggunakan teknologi *incinerator* baik digunakan di kota Merauke untuk mengatasi kendala metode konvensional yang digunakan saat ini. Safrizal (2014) melakukan penelitian dengan merancang generator pembangkit listrik tenaga sampah kota (PLT_{Sa}) tipe *incinerator* solusi listrik alternatif kota Medan. Penetrasi PLTS pada sistem distribusi tegangan menengah atau di kenal dengan istilah *Distributed Generation berbasis Renewable Energy Source* dapat memperbaiki *drop*

tegangan dan *losses*, sekaligus memperbaiki *voltage stability index*, selain membantu penambahan daya listrik baru pada jaringan distribusi primer 20 kV. Dari berbagai pembuatan tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa incinerator yang dibuat masih belum optimal dan memerlukan energi yang besar untuk pembakarannya, sehingga biaya operasional incinerator tersebut sangat tinggi. Penelitian yang dilakukan sekarang adalah melakukan pembuatan incinerator limbah padat medis tanpa mesin pembakar (*burner*) sebagai

pembakar utamanya. Teknik pembuatan incinerator ini lebih sederhana dibandingkan dengan incinerator sistem burner, sehingga dapat diperoleh suatu kerja yang efektif, hemat energi dan biaya operasional rendah serta pembuatannya yang murah.

METODOLOGI

Metode pembuatan Incenerator dapat dijelaskan dengan diagram alir yang ditunjukkan dengan gambar 1 berikut ini.



GAMBAR 1. Diagram Alir Pembuatan Incinerator

Alat Dan Bahan

Alat yang digunakan untuk pembuatan mesin *incinerator* limbah padat medis ini antara lain Mesin Gerinda, Las listrik, Bor listrik, Mistar rol, Palu, Kompresor

Bahan yang digunakan untuk pembuatan mesin *incinerator* limbah padat medis ini meliputi Besi siku 40 mm x 40 mm x 4 mm, Plat baja 2,8 mm, Pipa ϕ 160 mm, Batu bata merah, Tanah dan pasir, *Glass wool*, Cat, *Thermocouple*, *Thermocontrol*, Bahan berbentuk limbah medis padat.

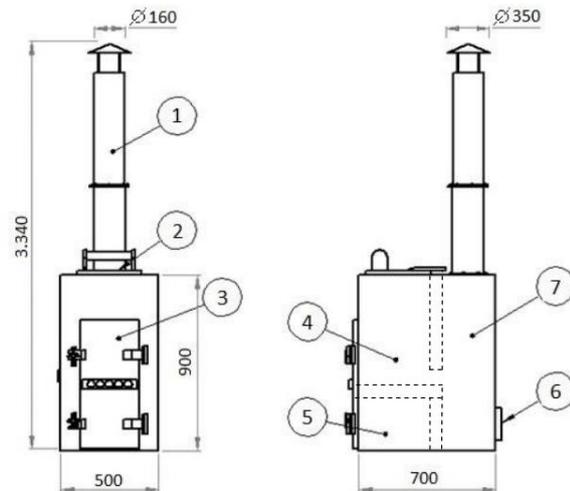
Prosedur Uji Coba

Uji coba pada *incinerator* ini dilakukan dengan membakar limbah padat medis yaitu botol infus, spet, botol kaca, pempers bayi dan obat-obatan kadaluarsa, dengan standar operasional yang ada. Durasi Pembakaran kurang lebih 25 menit atau sampai menghasilkan abu secara sempurna. Selama Proses pembakaran dilakukan pengamatan dan perekaman temperatur menggunakan *thermocouple* dan pengendalian temperatur dengan menggunakan *thermocontrol*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari Proses pembuatan *incinerator* diperoleh *incinerator* limbah padat medis dengan spesifikasi sebagai berikut :

- a. Dimensi : 700 mm x 500 mm x 900 mm.
- b. Rangka utama : Besi siku (40 mm x 40 mm x 4 mm).
- c. Ruang bakar utama : 250 mm x 240 mm x 635 mm.
- d. Ruang pembakaran awal : 145 mm x 280mm x 190 mm.
- e. Ruang abu : 250 mm x 130 mm x 805 mm.
- f. Dinding *chamber* : Batu bata merah.
- g. *Casing incinerator* : Plat besi tb 2,8 mm.
- h. Cerobong : ϕ 160 mm tinggi 2.455 mm.
- i. Sistem : Tanpa mesin pembakar (*burner*).
- j. *Thermocouple* : Tipe K (0~+1000°C).



GAMBAR 2. Gambar Incenerator

Keterangan gambar : 1. Cerobong asap 2. Pintu ruang bakar 3. Pintu utama 4. Ruang bakar 5. Ruang pembakaran awal 6. Pintu ruang abu 7. Ruang pembakaran asap.

Pada pembuatan *chamber*, perbandingan luas ruang bakar limbah dan ruang bakar asap harus tepat sehingga menghasilkan kerja mesin yang maksimal.



GAMBAR 3. Chamber incinerator

Isolator dalam sebuah *incinerator* mempunyai peran yang sangat penting. *Isolator* ini menggunakan *glass wool*. Pemberian *isolator* berfungsi sebagai penahan suhu ruang yang panas sehingga tidak menghantar langsung ke luar ruangan melalui *casing incinerator*, apabila terjadi hantaran maka *casin* yang terbuat dari plat besi tersebut akan mengalami pembengkokan karena terjadi pemuaiian akibat panas dari ruang pembakaran limbah.



GAMBAR 4. Pemasangan isolator

Hasil pembuatan casing semua sisi yang dilakukan sebelumnya, selanjutnya melakukan pemasangan di semua sisi bagian. Casing *incinerator* ini menggunakan bahan plat besi tebal 2,8 mm. Casing berfungsi untuk melindungi isolator dan dinding *chamber* dari udara luar dan sebagai penahan *chamber* supaya tidak mudah rusak.



GAMBAR 5. Pemasangan casing incinerator

Pada pembuatan pintu *incinerator* ini, pintu bagian dalam diberi isolator berupa pengecoran menggunakan *castable*, yang mempunyai fungsi sebagai penahan suhu seperti yang ada pada *glass wool* yang terdapat pada dinding *chamber*.



GAMBAR 6. Pengecoran castable pada pintu

Cerobong merupakan bagian terpenting dalam *incinerator* untuk mengalirkan udara keluar dari ruang *chamber*. *Incinerator* ini dibuat menggunakan pipa berdiameter 160 mm dan ketebalan 4 mm setra mempunyai ketinggian 2290 mm.



GAMBAR 7. Cerobong incinerator

Pendempulan dilakukan pada bagian sisi ujung *incinerator* dan bagian penyambungan las untuk meratakan hasil penyambungan.



GAMBAR 8. Pendempulan incinerator

Pengecatan dilakukan pada bagian casing, pintu, dan cerobong *incinerator*. Pengecatan ini bertujuan untuk melindungi material dari terjadinya korosi dan menambah penampilan.



GAMBAR 9. Pengecatan incinerator

Perawatan pada komponen alat dapat dilakukan secara rutin oleh pemakai ataupun operator setiap kali pemakaian alat. Pemeriksaan dapat dilakukan saat sebelum dan sesudah alat dioperasikan, sehingga apabila ada kerusakan dapat diketahui. Pengecekan dinding *chamber* diterapkan untuk mengecek kondisi fisik batu bata setelah lama dilakukan pengoperasian. Perawatan yang sering dilakukan adalah pembersihan kotoran dari sisa-sisa pembakaran limbah padat medis setelah pengoperasian mesin *incinerator*.

Dari hasil pengujian temperatur alat ini mampu mencapai suhu 998°C dan dapat dioperasikan untuk mengolah limbah padat medis dibakar menjadi abu kecuali limbah berbahan plastik, jarum dan kaca.



GAMBAR 10. Pembakaran limbah padat medis



GAMBAR 11. Temperatur yang dapat dicapai

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang telah dicapai dari keseluruhan proses yang meliputi pembuatan dan pengujian mesin *incinerator* sistem tanpa mesin pembakar (*burner*) yang telah dibuat dapat disimpulkan sebagai berikut :

- a. Proses pembuatan *incinerator* diawali dengan pembuatan rangka lalu dilanjutkan dengan membuat ruang *chamber* dengan menyusun batu bata merah. Pasang *isolator* pada bagian dinding *chamber* dengan *glass wool* dan ditutup dengan *casing* dari plat besi tebal 2,8 mm. Pasang cerobong dan pintu *incinerator* yang telah dibuat sebelumnya. Lakukan *finishing* dengan cara pendempulan dan pengecatan untuk menghindarkan terjadinya korosi. Langkah terakhir adalah memasang komponen pengukur suhu (*thermocouple*) dan *thermo control*.
- b. *Incinerator* ini mampu mengolah limbah padat medis menjadi abu kecuali jarum, plastik dan kaca dengan temperatur mencapai 998°C dengan kapasitas 5 kg limbah dan 8 kg bahan bakar botol infus, spet, botol kaca, pempers bayi dan obat-obatan kadaluarsa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anshory, L. 1988. *Penuntun Pelajaran Kimia*. Bandung : Ganesa Exact Bandung.
- Azwar, A. 1990. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Jakarta : Yayasan Mutiara.
- Girsang, V. E., & Herumurti, W. 2013. *Evaluasi Pengelolaan Limbah Padat B3 Hasil Insinerasi di RSUD Dr Soetomo Surabaya*. *Jurnal Teknik Pomits*, 2:46-50.
- Hidayah, E. N. 2007. *Uji Kemampuan Pengoperasian Insinerator Untuk Mereduksi Limbah Klinis Rumah Sakit Umum Haji Surabaya*. *Jurnal Rekayasa Perencanaan*, 4:9-18.
- Lolo, D. P. 2014. *Analisis Penggunaan Incinerator Pada Pengolahan Sampah di Kota Merauke*. *Jurnal Ilmiah*, 3:200-211.
- Margono, & Rahardjo, H. P. 2011. *Rancang Bangun Prototipe Tungku Pembakar Sampah Radioaktif*. *Jurnal Perangkat Nuklir*, 5:1-8.
- Nugroho, A., & Handayani, D. S. 2008. *Pengelolaan Limbah Padat Rumah Sakit Daerah Kabupaten Kudus*. *Jurnal Presipitasi*, 99-103.
- Porges, J, dan F. Porges. 1979. *Handbook of Heating and Air Conditioning*. Seventh

- Edition. News Butterworth : London, U. K.
- Pramita, N. 2007. *Evaluasi Pengelolaan Sampah Rumah Sakit Pusat Angkatan Darat Gatot Soebroto*. Jurnal Presipitasi, 2:51-55.
- Rahardjo, H. P. 2013. *Karakteristik Temperatur dan Reduksi Limbah Radioaktif Padat Ruang Bakar Prototipe Tungku HK-2010*. Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia, 14:37-50.
- Ratman, C. R., & Syafrudin. 2007. *Penerapan Pengolahan Limbah B3 di PT. Toyota Motor Manufacturing Indonesia*. Jurnal Presipitasi, 7:62-70.
- Safrizal. 2014. *Distributed Generator Pembangkit Listrik Tenaga Sampah Kota (PLTSa) Type Incinerator Solusi Listrik Alternatif Kota Medan*. Jurnal Teknik, 121-128.
- Saragih, J. L., & Herumurti, W. 2013. *Evaluasi Fungsi Insinerator Dalam Memusnahkan Limbah B3 di Rumah Sakit TNI Dr. Ramelan Surabaya*. Jurnal Teknik Pomits, 2:138-143.

PENULIS:

Sukamta

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183.

Email: sukamta@umy.ac.id

Andri Wiranata

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183.

Email: andri.wiranata@ft.umy.ac.id

Thoharuddin

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta 55183.

Email: thoharudin@ft.umy.ac.id