

Kajian Incinerator Sebagai Salah Satu Metode Gasifikasi Dalam Upaya Untuk Mengurangi Limbah Sampah Perkotaan

¹Hardito Susastrio, ²Denis Ginting, ³Enda Wista Sinuraya, ⁴Gregorius M Pasaribu

¹Universitas Diponegoro, harditosussatrio@students.undip.ac.id

²Universitas Diponegoro, denisginting@elektro.undip.ac.id

³Universitas Diponegoro, sinuraya_enda@elektro.undip.ac.id

⁴Universitas Diponegoro, Gregoriuspa1000@gmail.com

Received: 6 Februari 2020 ; Accepted: 28 Mei 2020 ; Published: 12 Juni 2020

Abstract. Tingginya volume sampah yang dihasilkan baik oleh industri maupun masyarakat merupakan permasalahan umum yang dijumpai di hampir semua kota. Untuk mengendalikan pertumbuhan volume sampah beserta implikasinya terhadap lingkungan, Incenerator menjadi salah satu metode yang dapat dipilih diantara metode gasifikasi yang lain, incinerator berfungsi sebagai pembakar sampah dan sebagai pembangkit uap dengan mengkonversikan panas pembakaran. Keuntungan penggunaan incenerator adalah kemampuannya untuk mereduksi sebagian besar timbunan sampah dan mampu menurunkan polusi lingkungan akibat penimbunan sampah. Sedangkan kerugian penggunaannya antara lain, gas buang membawa karbon dioksida (CO₂) sejumlah besar yang akan terlepas ke udara serta pembawa unsur beracun dalam gas. Untuk mengendalikannya diperlukan peralatan tambahan sebelum gas dilepas ke udara, hal ini berarti tambahan biaya dalam konstruksi incenerator.

Kata kunci: Sampah, incenerator, gasifikasi.

1. Pendahuluan

Tingkat pertumbuhan penduduk sangat berpengaruh pada volume sampah yang merupakan hasil dari konsumsi penduduk. Melalui data yang diambil dari Purnomo Yusgiantoro Center (PYC) tercatat Negara Indonesia dalam sehari menghasilkan kurang lebih 190.000 Tons terdiri dari 57% Sampah Organik dan 13% Sampah Plastik. Dapat diambil contoh dari kota Jakarta sebagai kota metropolitan, pada tahun 1985 menghasilkan sampah sejumlah 18500 m³ per hari dan pada tahun 2000 meningkat menjadi 25700 m³ per hari. Jika dihitung dalam setahun, maka volume sampah tahun 2000 mencapai 170 kali besar Candi Borobudur (volume Candi Borobudur = 55000 m³). Luas lahan yang tersedia adalah 108 ha, TPA Bantar Gebang Bekasi harus menampung 6000 ton per hari (setara dengan 25650 m³). Sampah 6000 ton tersebut yang dapat di *recycle* atau diolah kembali hanya sebesar 1000 ton per hari dan dari 1000 ton tersebut hanya 450 ton saja yang dapat di olah kembali (Walhi, 2006).

Dalam hal ini, penyelesaian masalah sampah membutuhkan adanya kerja sama yang baik antara semua pihak yang terkait. Paradigma pengelolaan sampah juga harus didasarkan pada konsep pengelolaan sampah yang mendukung prinsip-prinsip pembangunan yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Pengelolaan sampah dengan prinsip pembangunan berkelanjutan dapat diimplementasikan dengan merubah sampah menjadi energy (*Waste to Energy / WTE*), WTE dapat ditempuh dengan metode gasifikasi yang terbagi menjadi Inceneration, Pyrolysis, Plasma arc dan Landfill Gas (LFG).

Terdapat dua tipe incenerator apabila ditinjau dari segi pemanfaatannya yaitu dimanfaatkan sebagai pemusnah sampah dengan membuang begitu saja panas yang timbul akibat pembakaran atau memanfaatkan panas yang timbul dari pembakaran sampah untuk dikonversikan ke tenaga

listrik atau produksi uap.

2. Kajian Teori

Waste to Energy (WTE) melalui gasifikasi limbah sampah menggunakan metode insenerasi sangat bergantung pada pemisahan sampah, sampah yang memiliki karakteristik basah cenderung mempunyai nilai kalori yang rendah. Adapun komposisi dalam timbunan sampah yang apabila ditinjau sebagai bahan yang dapat terbakar dan sebagai bahan bakar. adalah :

1. Kandungan air (*moisture content*)
Kandungan air menjadi komponen yang selalu terikat dalam sampah. Kandungan air dapat memberikan pengaruh seperti terjadinya penurunan nilai kalor dari bahan bakar sampah yang mempengaruhi efisiensi incenerator.
2. Komponen pembakaran (*combustion component*)
Selain kandungan air dan abu terdapat komponen atau unsur pembakaran pada proses pembakaran, komponen tersebut antara lain karbon (C), hydrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), sulfur (S), klorida (Cl) dan lain-lain.
3. abu (*ash*).
Kandungan abu selalu ada pada setiap proses pembakaran yang merupakan sisa dari proses. Komponen sisa pembakaran yang berupa padatan di kelompokkan dalam abu (*ash*) termasuk abu terbang (*fly ash*). Persamaan dibawah merupakan dasar teori untuk memprediksi jumlah gas pembakaran yang terjadi pada proses reaksi pembakaran.

Pada proses pembakaran komponen karbon, hydrogen dan sulfur akan terbakar didalam ruang bakar incenerator dengan reaksi pembakaran sebagai berikut:

- (1) $C + O_2 = CO_2$
- (2) $CO + \frac{1}{2} O_2 = CO_2$
- (3) $CO + \frac{1}{2} O_2 = CO_2$
- (4) $H_2 + \frac{1}{2} O_2 = H_2O$
- (5) $S + O_2 = SO_2$

Pengembangan mesin pembakar sampah domestik ramah lingkungan yang 1ditemukan oleh Ir. Mamat sangat berpotensi bila dikembangkan dalam bentuk sistem pembangkit, yakni penambahan turbin dan generator. Selain itu alat tersebut di gunakan di kota-kota besar di Indonesia untuk berbagai jenis sampah baik organik dan anorganik. Sampah terdiri dari berbagai jenis. Sampah dibedakan menjadi sampah organik atau anorganik. Sampah organik merupakan sampah yang dihasilkan oleh makhluk hidup. Sampah ini bisa diuraikan secara alami. Seperti kulit buah, daun pohon, bangkai hewan. Sedangkan sampah anorganik dihasilkan oleh aktivitas manusia dari sumber daya alam yang telah diolah menjadi suatu bentuk tertentu. Seperti kaleng aluminium, botol kaca. Berikut ini adalah skema blok proses pengolahan sampah berbagai jenis menjadi energi listrik dan penjelasan konsepnya:

1. Pemilahan sampah
Pemilahan sampah dilakukan dengan menyesuaikan akan kebutuhan PTLs, sampah yang telah dipilah disimpan pada bunker dengan menggunakan teknologi RDF (Refused Derived Fuel). Teknologi RDF memiliki keuntungan tersendiri yaitu dapat mengubah limbah sampah menjadi padatan, pada penyimpanan dilakukan hingga kadar air tersisa kurang lebih 45%. Limbah padat hasil olahan RDF memiliki nilai panas yang tinggi sehingga bagus untuk pembakaran.
2. Pembakaran sampah
Proses berikutnya adalah memasukkan sampah dengan kadar air yang tersisa 45% kedalam tungku pembakaran. Proses pembakaran memperhatikan semua kondisi yaitu seperti menjaga panas (suhu) dan residu seperti asap. Kondisi tersebut meungkinkan proses pembakaran aman untuk lingkungan dan diperoleh proses pembakaran yang efektif. Hasil pembakaran (panas)

akan menjadi listrik dan mengurangi besaran volume sampah, sisa hasil pembakaran dalam bentuk *ash* (abu) dan arang dapat dimanfaatkan untuk bahan bangunan.

3. Menghasilkan Energi Listrik

Panas yang dihasilkan dari hasil pembakaran selanjutnya akan dapat dimanfaatkan untuk memanaskan boiler. Turbin akan diputar menggunakan uap panas. Kemudian turbin akan menggerakkan generator untuk menghasilkan listrik. Uap yang melewati turbin disalurkan ke boiler lagi untuk dipanaskan. Siklus tersebut selanjutnya diulang sampai tercukupi kebutuhan listrik yang ada

2.1 Peralatan Incinerator

Pengklasifikasi peralatan incinerator bergantung pada pemanfaatan dan sistem pengumpanannya. Ada dua tipe incinerator apabila ditinjau dari pemanfaatannya yaitu sebagai:

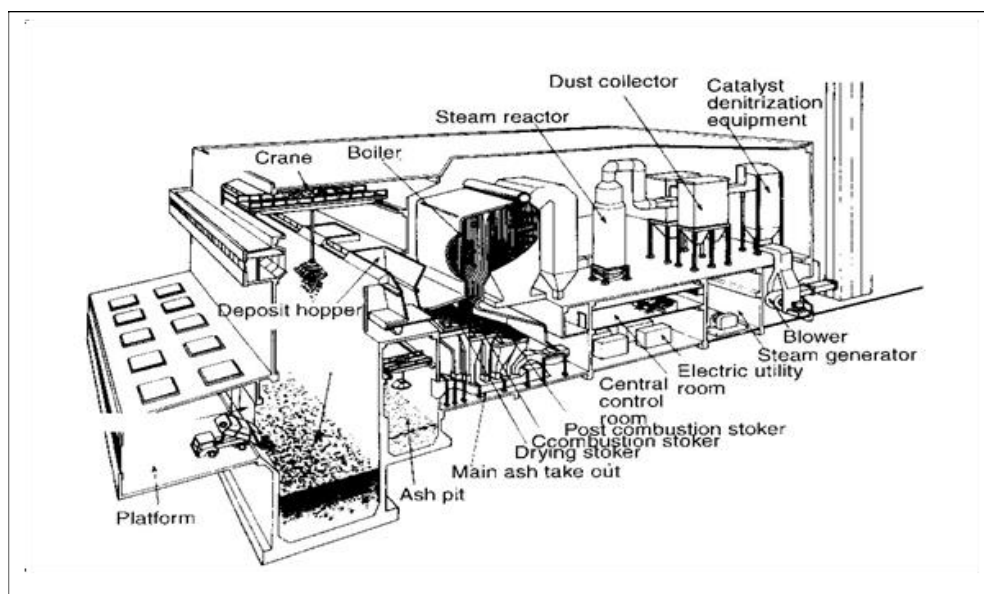
- Pembakar sampah tanpa memanfaatkan panas pembakaran
 - Pembakar sampah dengan memanfaatkan dan mengkonversikan panas pembakaran
- Konstruksi dari kedua tipe diatas berlainan demikian juga biaya investasi. Untuk konstruksi incinerator tanpa memanfaatkan panas pembakaran biasanya digunakan untuk pembakaran sampah dengan skala kecil sekitar 0.2 – 1 ton/jam. Kapasitas incinerator dengan memanfaatkan panas pembakaran mencapai kurang lebih 40 ton/jam. Selain pemakaian incinerator untuk pemusnah sampah, incinerator juga dimanfaatkan panas gas bakar dari yang berasal dari ruang bakar.

Pengklasifikasian teknologi incinerator ditinjau dari sistem ruang bakarnya dapat digolongkan sebagai berikut:

- *Stoker Furnace* merupakan tipe incinerator yang paling banyak digunakan, karena kemampuannya untuk membakar sampah dalam volume besar.
- *Fluid Bed furnace*
- *Rotary Kiln Furnace*

Penggolongan incinerator berdasarkan system pengumpanannya secara umum dikelompokan sebagai berikut :

- *Continuous incinerator*
- *Batch incinerator*
- *Semi - Continuous incinerator*

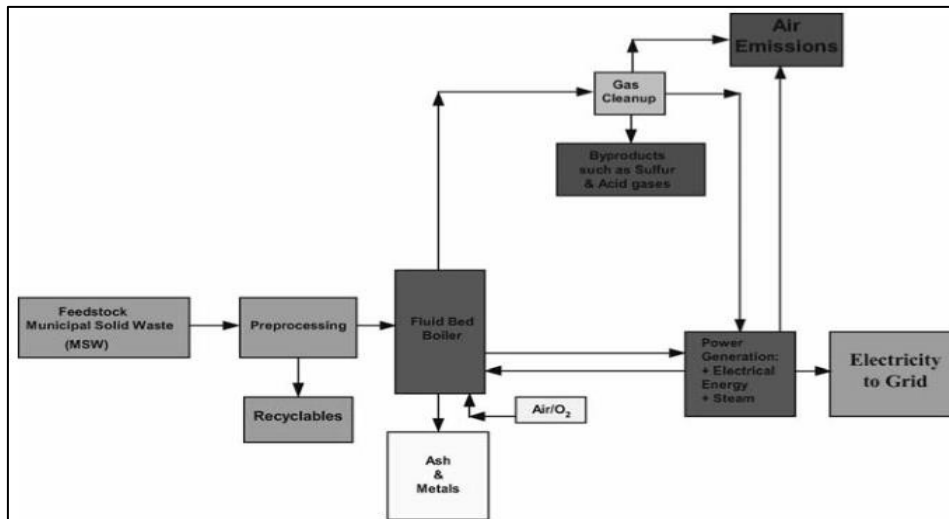


Gambar 1. Konfigurasi incinerator

Gambar diatas memperlihatkan konfigurasi incenerator pembangkit uap dan listrik. Komponen dalam fasilitas incenerator antara lain Jenis incenerator tersebut diatas ditunjukkan pada perlihatkan konfigurasi incenerator pembangkit uap dan listrik. Komponen dalam fasilitas incenerator antara lain:

1. Fasilitas pengumpan dan perlengkapannya
Fasilitas ini yang paling berperan untuk kelangsungan Operasional unit, karena saat sampah akan dibakar perlu dilakukan pemilahan jenis sampah yang akan masuk keruang bakar serta kondisi yang dipersyaratkan dalam desain incenerator. Kegiatan yang dilakukan dalam proses ini antara lain:
 - Pemisahan sampah yang berasal dari komponen yang tidak dapat dibakar
 - Pengukuran dan analisa komposisi
 - Penyimpanan pada bunker atau hopper
2. Ruang Bakar Incenerator
Ruang bakar (*furnace*) didisain sedemikian rupa dengan tujuan digunakan sebagai ruang untuk proses konversi panas gas pembakaran ke pipa air, panas gas pada pipa membangkitkan uap yang nantinya akan membangkitkan listrik melalui konversi ke turbin dan generator. Temperatur pada ruang bakar incenerator dapat mencapai kurang lebih 1100 °C
3. Pendinginan Gas
Sebelum gas dibuang keluar, diperlukan adanya unit penukar panas (*fin fan/ heat exchanger*) yang akan menyerap panas dari gas tersebut yaitu pemanas awal air pengisian boiler. Dari temperature gas buang pada kisaran 800 – 900 °C, dapat diturunkan dengan system pendinginan ini hingga pada kisaran 300 – 450 °C dan melalui penukar panas untuk pemanasan awal udara temperature gas buang dapat diturunkan sampai 200 °C yang akan dilepas ke udara melalui cerobong.
4. Pengendali Gas Buang
Pencemaran lingkungan akibat gas buang sisa pembakaran dan partikel abu dari pembakaran sampah diatasi dengan melengkapi incinerator dengan peralatan pengumpul abu (*dust collector*) dan peralatan pereduksi nitrogen oksida atau sulfur oksida.
5. Pembangkit Daya
Pada pembangkit daya, dilengkapi dengan turbin dan generator beserta instalasinya (konversi energi uap). Uap akan memutar turbin yang dikopel dengan generator listrik. Sehingga daya listrik dapat diproduksi dari proses konversi energi. Besar Daya yang dibangkitkan bergantung pada jumlah sampah yang memiliki kandungan bahan mudah bakar seperti serat, kertas atau limbah biomassa.
6. Pengolahan Air Limbah
Sampah basah pada tempat penimbunan akan menjadi masalah baru yaitu terjadinya penumpukan air limbah dari sampah tersebut. Sehingga perlu adanya unit pengolah air limbah yang berguna untuk membersihkan kandungan organik dan anorganik yang berbahaya bagi lingkungan.

3. Pembahasan



Gambar 2. Sistem kerja incenerator

Incinerator bekerja pada temperature diantara 1000 hingga 2200 F. Kelebihan udara digunakan untuk mendorong bubuh pembakaran/ asap, dan steam dengan tekanan tinggi direproduksi kedalam boiler bed fluida dikirim ke pembangkit listrik sebagai energy pembangkit. Gas buang panas dari boiler bed fluida dikirim untuk pembersihan gas dan pemulihan panas dikirim ke pembangkit listrik untuk menghasilkan energy. Berikut diagram proses insinerasi pada limbah padat.

3.1 Keuntungan

- Panas pembakaran dapat dimanfaatkan untuk pembangkit uap atau pembangkit daya listrik
- Mampu mereduksi atau menurunkan sebagian besar volume sampah.
- Mengurangi atau membersihkan kandungan bakteri yang menjadi pencemar lingkungan.
- Sangat tepat untuk pengolahan sampah yang membutuhkan waktu cepat

3.2 Kerugian

- Metode pemisahan sampah berpengaruh pada efisiensi dan umur (*lifetime*) incinerator, hal ini karna adanya perbedaan antara bahan muda terbakar dan yang sulit terbakar sangat berperan dalam proses pengolahan memakai teknologi incenerator,
- Keuntungan pemanfaatan incenerator adalah kemampuannya untuk mereduksi sebagian besar volume sampah dari tempat penimbunannya dan dapat membangkitkan energi listrik.
- Kerugian penggunaannya disebabkan karena pelepasan sejumlah besar CO₂ dan kecenderungan gas racun yang lepas bersama pelepasan gas buang ke udara menjadi penyebab pemanasan global
- Gas buang dari proses pembakaran memiliki potensi dalam pencemaran lingkungan dikarenakan kandungan bahan beracun seperti substansi dioksin.
- Gas buang menjadi pembawa sebagian besar CO₂ penyebab pemanasan global.
- Abu hasil dari pembakaran mencapai 20% dari sampah yang dibakar.
- Unsur merkuri akan terlepas ke udara dalam bentuk uap yang terbawa pada gas buang.
- Berpotensi sebagai pencemar lingkungan apabila tidak dilengkapi dengan pengolahan gas buang. Pembakaran sampah yang mengandung bahan atau limbah kimia akan melepaskan kandungan kadmium, timbal atau bahan-bahan yang berpotensi sebagai pencemar lingkungan.
- Perlu adanya peralatan pengolah gas buang basah (*wet gas*) setelah proses pembakaran dikarenakan gas basah ini akan dapat merusak atau sebagai gas destruktif apabila lepas ke udara. Oleh karena itu dihitung sebagai tambahan biaya dalam pemakaian incenerator.

4. Kesimpulan

Kecenderungan pemakaian teknologi incenerator di negara maju secara umum masih dibawah prosentase pengolahan dengan reklamasi. Pemilihan pemakaian incenerator tergantung pada jenis limbah yang akan dibakar, sehingga dapat mengoptimalkan pemanfaatannya. Incinerator tidaklah lebih baik ketimbang metode gasifikasi yang lain seperti plasma. Pengurangan limbah sampah perkotaan sangat bergantung dengan metode dan teknologi yang dipilih.

Daftar Pustaka

1. Gary C Young, 2010, *Municipal Solid Waste to Energy Conversion Processes Economic, Technical, and Renewable Comparisons*-Wiley
2. Antonius Indarto, *Syngas Production, Applications and Environmental Impact*
3. Trisaksono Bagus, *Pengelolaan dan Pemanfaatan Sampah Menggunakan Metode Incinerator*
4. Gomi Tokuhon, 1995, *Japan Society of Waste Treatment*, Tokyo.
5. Kumamoto,K. 1995, *Viewpoint of Wastes Issues*, Tokyo.
6. Japan Society of Waste Treatment, 1996, *Handbook of Waste*, Tokyo.
7. Techno Japan, Vol 29, 1996, *A Monthly Review of Japanese Technology and Industry*, Fuji Technology Press LTD, Tokyo.
8. Murata,Y.,1995, *Cycle and Its Practice*, Ohmu, Tokyo.