



Jenis Dan Fitur Wte Termal Insinerasi (Bagian 2)

Dosen :

Restu Auliani ST MSi

Pertemuan 4




Jenis Dan Fitur Wte Termal Insinerasi Tebagi atas:

1 Fixed bed Incinerator/Reactor

Link youtube:
<https://youtu.be/vYxz1n7yzNk>

3 Fluidized bed (FB) Incinerator



Link Youtube:
<https://youtu.be/iuLCYCa-wbg>

2 Moving Grate (MG) Incinerator (Stoker)



Link youtube :
https://youtu.be/Y2Lw7uO_omY

Link Youtube :
<https://youtu.be/DROZUstnsnw>

4 Rotary kiln incinerator

Link Youtube:
https://youtu.be/4Bamp_AQ4gY

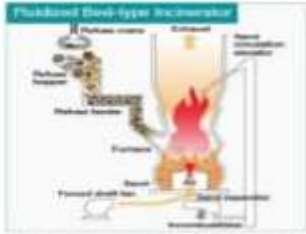
3. Fluidized bed (FB) Incinerator



Fluidized bed incinerator (ruang bakar dasar fluida) adalah sebuah ruang bakar pembakar yang menggunakan media pengaduk berupa pasir seperti pasir kuarsa atau pasir silika, sehingga akan terjadi pencampuran (mixing) yang homogen antara udara dengan butiran-butiran pasir tersebut, sebagaimana terlihat pada Gambar 29. Pencampuran yang konstan antara partikel-partikel mendorong terjadinya laju perpindahan panas yang sangat cepat serta terjadinya pembakaran sempurna.

Fluidized bed incinerator berorientasi bentuk tegak lurus, vertikal dengan kerangka baja yang dilapisi bahan tahan api, berisi hamparan pasir (sand bed) dan distributor untuk fluidasi udara. Fluidized bed incinerator normalnya tersedia dalam ukuran berdiameter dari 9 sampai 34 feet (3-11 meter). Pembakaran dengan teknologi fluidized bed merupakan satu rancangan alternatif untuk pembakaran limbah padat.

Fluidisasi meningkatkan pencampuran dan turbulensi serta laju perpindahan panas yang terjadi. Auxilliary burner digunakan selama pemanasan awal untuk memanaskan hamparan sampai temperatur operasi sekitar 750 sampai 900°C sehingga pembakaran dapat terjaga pada temperatur konstan. Dalam beberapa instalasi, suatu sistem water spray digunakan untuk mengendalikan temperatur ruang bakar, sebagaimana terlihat pada Gambar 30.



Gambar 29. Insinerator jenis fluidized bed



Gambar 30. Skematik Fluidized bed Incinerator dengan Water Spray

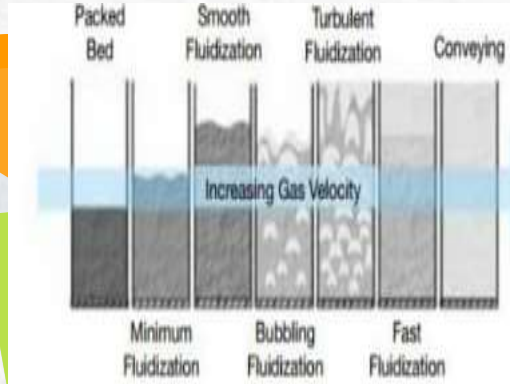
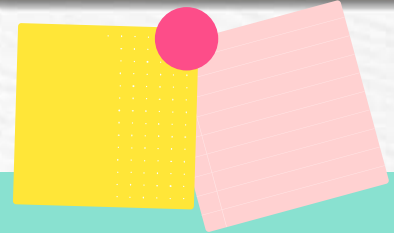
Salah satu contoh teknologi insinerasi tipe fluidized bed adalah menggunakan plat orifice yang dapat disesuaikan untuk aplikasi tertentu untuk distribusi udara yang ideal pada reaktor, sebagaimana terlihat pada Gambar 31. Fluidized bed tipe ini juga telah dikembangkan digunakan untuk tipe sampah biosolid maupun untuk sludge. Tipe ini juga memiliki fleksibilitas dan durabilitas yang tinggi, dengan range spesifikasi sebagai berikut

- Fuel heat input range : 5-150 MMBtu/hr [1.5-44 MW(th)]
- Fuel moisture range : 60 – 80 %
- Steam production : <150.000 lb/hr (68,027 kg/hr)
- Ukuran reaktor : 4-30 feet

Reaktor tipe fluidized bed ini menggunakan carbon steel vessel-lined dengan material refraktori, yang terdiri dari 4 komponen:


1. Wind box zone: memastikan distribusi udara yang baik dibawah orifice
2. Orifice plate: mempertahankan pressure drop untuk distribusi udara
3. Combustion zone: terdapat fluidized bed dimana bahan bakar diinjeksi
4. Free-board zone: bagian terbesar reaktor untuk memastikan pembakaran berlangsung sempurna dan pemisahan material bed & gas

& gas



Gambar 33. Variasi kecepatan gas pada fenomena fluidisasi

Pada tinjauan proses fluidisasinya, ruang bakar tipe fluidized bed dapat dibagi menjadi jenis bubbling fluidized bed (BFB) dan circulating fluidized bed (CFB). Pada ruang bakar jenis BFB, partikel dijaga tersuspensi pada kecepatan fluidisasi 0,5-3 m/s ukuran partikel kurang dari 10 mm. Pada ruang bakar jenis CFB, partikel dijaga tersuspensi pada kecepatan fluidisasi 3-9 m/s sehingga partikel akan tersuspensi sepanjang tinggi ruang bakar dan disirkulasikan kembali melalui kaki siklon. Gambaran mengenai proses fluidisasi pada ruang bakar diberikan pada Gambar 33. Sedangkan proses fluidisasi tipe bubbling dan circulating terlihat pada Gambar 34.




Parameter-parameter utama yang penting dalam proses rancangan ruang bakar fluidized bed antara lain:

- a. Karakteristik partikel bed (ukuran, densitas, distribusi ukuran partikel, panas jenis)
- b. Superficial velocity dan solid circulation flux
- c. Kecepatan fluidisasi
- d. Pressure drop sepanjang bed (termasuk siklon)
- e. Efisiensi siklon
- f. Tinggi riser
- g. Combustion residence time

Kekurangan dan Kelebihan pada fluidized bed




kelebihan dari tipe insinerasi fluidized bed adalah

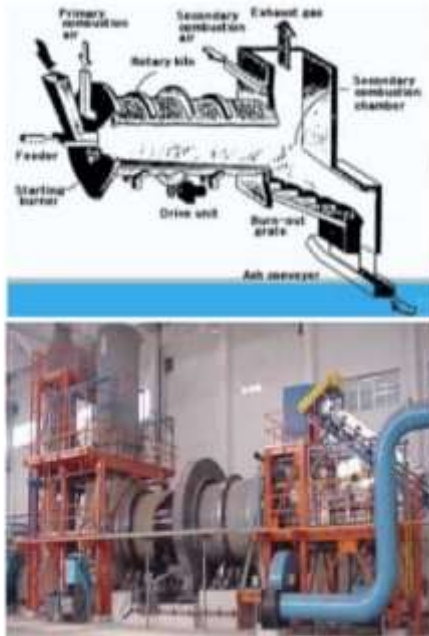
- Konsep desain lebih sederhana sehingga biaya investasi dan perawatan relatif lebih kecil
 - Efisiensi termal keseluruhan dapat mencapai 90%
 - Bagian mekanikal yang bergerak lebih sedikit, sehingga keausan yang terjadi lebih sedikit
 - Dapat digunakan untuk variasi campuran yang berupa cairan (sludge) dan limbah padat.
- 



Kekurangan pada fluidized bed

- ✓ Masih sedikit digunakan terutama untuk aplikasi limbah padat yang tercampur atau tidak dipilah terlebih dahulu, sehingga belum begitu teruji performanya. Begitu pula belum teruji untuk kapasitas yang cukup besar
 - ✓ Kontrol operasi cukup sulit untuk mengakomodasi fluktuasi sampah karena pembakaran yang begitu cepat
 - ✓ Bahan bakar tambahan dibutuhkan untuk nilai kalor sampah yang lebih rendah
 - ✓ Membutuhkan pre-treatment terlebih dahulu untuk pembakaran yang stabil, karena permintaan komposisi dan ukuran sampah yang cukup ketat
- 

4. Rotary kiln incinerator



Gambar 35. Insinerasi jenis rotary kiln

Rotary kiln incinerator merupakan jenis insinerasi yang memiliki kerangka silindris yang dilapisi material refraktori, yang terpasang pada sudut kemiringan rendah seperti terlihat pada Gambar 35. Rotasi dan sudut kemiringan dari tanur (kiln) menyebabkan Bergeraknya limbah melalui tanur sekaligus meningkatkan efektifitas pencampuran limbah tersebut dengan udara dengan jumlah sedikit. Rotary kiln pada umumnya memerlukan suatu ruang bakar sekunder (after-burner) untuk memastikan hancurnya unsur-unsur yang berbahaya secara menyeluruh dan pembakaran yang sempurna.

Konsep Ruang bakar insinerasi jenis Rotary Kiln

Ruang bakar rotary kiln sangat cocok digunakan untuk jenis sampah campuran tanpa proses pre-treatment (pencacahan dan pemilahan). Secara skematis rancangan sistem insinerator dengan ruang bakar rotary kiln ditunjukkan pada Gambar 36. Bahan baku (feedstock) berupa sampah kota akan masuk melalui ujung atas rotary kiln. Putaran rotary kiln digerakan oleh motor penggerak dengan kecepatan rendah (< 5 rpm) yang memungkinkan sampah akan terbakar dengan waktu tinggal antara 30-90 menit. Temperatur pembakaran kiln berkisar antara 850–1,000 °C atau dapat lebih tinggi antara 1,000–1,200 °C untuk memastikan hancurnya komponen berbahaya dioxin dan furan.

Konsep Ruang bakar insinerasi jenis Rotary Kiln

Ruang bakar rotary kiln, merupakan suatu ruang bakar pembakaran tertutup yang dijaga agar bertekanan negatif dengan suplai udara sebagai oksidator pembakaran. Pembakaran dilakukan secara bertingkat, pada tingkat pertama bahan baku (feedstock) dibakar sehingga menghasilkan gas hasil pembakaran dan panas. Pada tingkat berikutnya, rotary kiln dilengkapi oleh afterburner yang akan aktif jika temperatur pembakaran turun akibat tingginya kandungan air komponen ataupun turunnya kualitas sampah bahan baku.

Pada bagian akhir dari rotary kiln, komponen abu akan meleleh dan membentuk slag. Pada bagian pengumpul abu, sejumlah abu akan dicampurkan dengan air sehingga terjadi proses de-slagging sehingga akan terbentuk granulated slag. Sistem pengumpul abu pada rotary kiln, tidak berbeda pada sistem moving grate seperti yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya.

Secara skematik rancangan ruang bakar rotary kiln ditunjukkan oleh

Gambar 37 dengan aspek dasar rancangan dibuat berdasarkan

kebutuhan meliputi:

- Karakteristik olah bahan baku (nilai kalor, kandungan air, ukuran, komposisi sampah)
- Kapasitas olah ruang bakar (kg/jam)
- Temperatur pembakaran
- Residence time dan kecepatan putar kiln
- Limit emisi (tar, NO_x, slagging)

Sehingga didapatkan beberapa parameter rancangan yakni :

- Diameter kiln dan panjang kiln, tebal dinding ruang bakar refraktori dan insulasi
- Sudut inklinasi, kecepatan putar kiln, daya motor penggerak kiln
- Sistem pembakar tambahan dan Air fuel ratio
- Komposisi gas hasil pembakaran dan rendemen produk

Kelebihan dari pembakaran dengan rotary kiln adalah:

- ☐ Variasi jenis sampah yang luas dapat dibakar, termasuk jenis padatan dan cairan limbah untuk variasi komposisi dan nilai kalor yang luar
- ☐ Tidak membutuhkan pemilahan atau pre-treatment lainnya
- ☐ Efisiensi termal dapat mencapai 80%
- ☐ Memiliki waktu retensi yang lama, sehingga mampu mengatasi limbah berbahaya
- ☐ Memiliki isolasi termal yang baik

Sementara kekurangan dari pembakaran dengan rotary kiln adalah:

- ☐ Biaya investasi, serta biaya operasi dan perawatan mesin yang tinggi karena masalah teknis yang sering terjadi untuk limbah padat yang tercampur seperti erosi pada material refraktori, deposisi plastik.
- ☐ Kapasitas untuk tiap ruang bakar pada umumnya dibatasi pada 480 ton/hari
- ☐ Belum ada rekam jejak yang baik untuk tipe insinerasi jenis ini, karena teknologi yang belum cukup dikenal
- ☐ Operasi secara kontinu sulit untuk ditebak



Thanks