

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Setiap ada kehidupan, pasti akan ada sisa-sisa benda yang tidak terpakai lagi atau yang sering kita sebut dengan sampah atau limbah. Selembar kertas ataupun kantong sisa-sisa pemakaian benda-benda rumah tangga yang tidak terpakai, bagi sebagian orang mungkin tidak akan menjadi suatu permasalahan besar. Namun apabila sampah-sampah tersebut dikumpulkan menjadi satu dan menumpuk dengan sampah-sampah yang berasal dari sumber-sumber lain yang berbeda-beda, maka hal ini akan menjadi suatu persoalan sendiri. Dalam jangka waktu dekat mungkin semua sampah-sampah tersebut masih dapat ditangani, namun apabila semua sampah-sampah tersebut menumpuk dengan lahan-lahan yang terbatas dalam jangka waktu yang lama maka akan menimbulkan suatu permasalahan yang lain lagi.

Berdasarkan beberapa ahli, limbah padat (sampah) dapat dikategorikan menjadi 2 kelompok, yaitu limbah perkotaan (*MSW – Municipal Solid Waste*) dan limbah padat industri (*ISW – Industrial Solid Waste*). *MSW* dihasilkan dari kegiatan masyarakat sehari-hari, sedangkan *ISW* dihasilkan dari sisa-sisa kegiatan industri. Kemudian, sampah itu sendiri ada yang berasal dari bahan *organik* dan *anorganik*.

Tidak ada data yang akurat untuk menunjukkan jumlah sampah yang ada pada kurun waktu tertentu. Namun, berdasarkan hasil perhitungan Bappensa, pada tahun 1995 diperkirakan penumpukan sampah sampai berjumlah 2,25 juta ton, dan jumlah ini akan terus meningkat sampai dua kali lipat, dan diperkirakan pada tahun 2020 jumlah penumpukan sampah yang ada di Indonesia akan mencapai 53,7

juta ton. Jumlah yang banyak ini dapat membuat kehidupan manusia terganggu karena banyaknya bibit penyakit yang dapat ditimbulkan dari sampah.

Dengan melihat data tersebut, maka kebutuhan akan Tempat Pembuangan Akhir (TPA) pun akan semakin meningkat. Pada tahun 1995, lahan untuk TPA mencapai 675 Ha. Kemudian untuk 2020, luas lahan untuk penggunaan TPA diperkirakan akan meningkat sampai mencapai angka 1610 Ha. Kondisi ini menjadi masalah yang besar, karena semakin menipisnya lahan kosong yang ada di daerah perkotaan. Sebagai contoh adalah kesulitan dari pemerintah daerah DKI Jakarta dalam mencari lahan untuk pengolahan sampah, ketika TPA Bantar Gebang tidak dapat digunakan lagi. Di sini dapat dilihat bahwa kebutuhan akan lahan untuk pembuangan sampah semakin meningkat seiring dengan jumlah sampah yang meningkat pula. Sehingga perlu dipikirkan sebuah cara alternatif untuk pengolahan sampah yang tidak memerlukan lahan yang luas.

Ada tiga filosofi dasar dalam pengolahan limbah, yaitu 3R : *Reduce*, *Reuse*, dan *Recycle*. Pengertian dari ketiga filosofi ini adalah :

a. *Reduce*

Mengurangi seminim mungkin limbah yang dihasilkan, misalnya dengan mengurangi material pembungkus barang, meningkatkan pemakaian atau membuat kembali alat-alat yang mampu mengurangi jumlah sampah.

b. *Reuse*

Menggunakan barang yang dapat digunakan secara berulang-ulang dan mudah untuk diperbaiki. Barang-barang yang dimaksud harus memiliki suatu karakter, yaitu dapat digunakan untuk jangka waktu yang lama.

c. *Recycle*

Menggunakan limbah yang ada sebagai suatu bahan material yang baru. Pemanfaatan sumber yang sudah ada ini, pada umumnya mengandung potensial energi yang cukup besar.

Tindak lanjut dari filosofi yang ketiga, sebelum limbah-limbah akan digunakan, maka sebelumnya harus dilakukan suatu sistem pengolahan terlebih dahulu, untuk mendapatkan suatu bahan yang diinginkan. Sistem pengolahan limbah atau sampah ini terdiri dari tiga macam, yaitu daur ulang sampah anorganik, pengkomposan sampah, dan pembakaran sampah.

Salah satu cara untuk pengolahan sampah adalah dengan menggunakan pembakaran, dan alat yang sering digunakan biasa disebut dengan insinerator. Pengolahan sampah dengan insinerator terutama bertujuan untuk mengurangi volume dari sampah itu sendiri sampai sekecil mungkin, kemudian juga untuk mengolah sampah supaya menjadi tidak berbahaya bagi lingkungan serta stabil secara kimiawi. Bahkan terdapat kemungkinan untuk memanfaatkan energi panas hasil pembakarannya dengan menambahkan sebuah boiler.

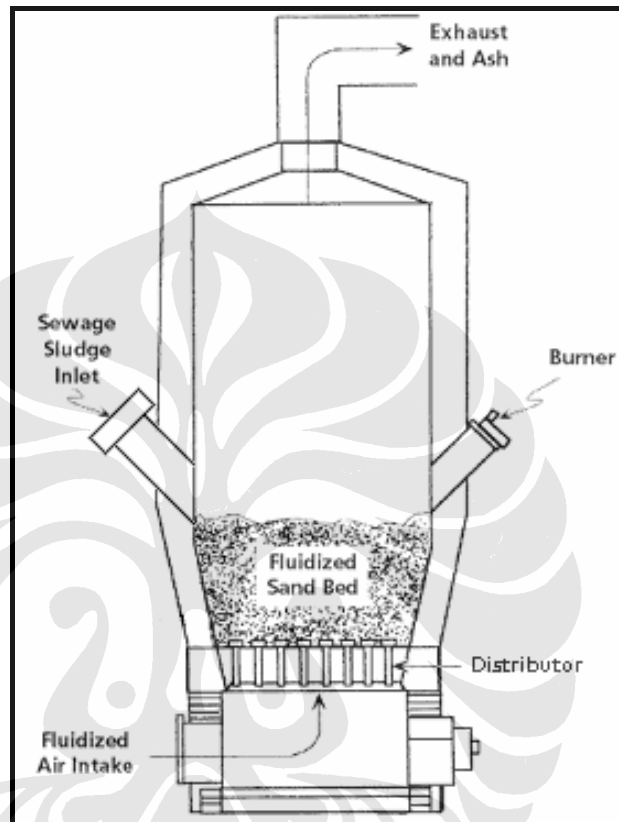
Insinerator adalah sebuah alat yang menggunakan sistem *incineration*. Metode yang digunakan dalam sistem ini adalah mendisposisi sampah padat (*solid*) dengan membakar sebagian atau komponen bahan bakar. Bahan-bahan bakar yang digunakan adalah sampah padatan. Proses *incineration* ini dilakukan dengan membakar sampah pada temperatur yang tinggi (600-1000 °C), sehingga sampah padat tersebut berubah bentuk menjadi abu. Salah satu jenis insinerator yang saat ini sedang dikembangkan di lingkungan Universitas Indonesia adalah insinerator dengan jenis *fluidized bed*.

*Fluidized bed incinerator* adalah sebuah tungku pembakar yang menggunakan media pengaduk berupa pasir seperti pasir kuarsa dan pasir silika, sehingga akan terjadi *mixing* yang homogen antara udara dengan butiran-butiran media pasir tersebut. Sistem ini menggunakan konsep turbulensi benda padat yang terjadi pada proses pembakaran, yang mana dalam proses tersebut timbul juga perpindahan panas dan massa dengan laju perpindahan yang tinggi dalam mekanisme pembakaran. Butiran-butiran media pasir ini berfungsi sebagai penyimpan dan pendistribusi panas, sehingga pembakaran tersebut dapat terjadi merata di sepanjang permukaan reaktor dan berfungsi dengan semestinya.

Komponen-komponen yang ada pada *fluidized bed incinerator* ini terdiri dari ruang bakar yang dilapisi bahan tahan panas, kemudian dialiri udara bertekanan dari bawah, yang bekerja melewati sejumlah volume pasir yang ada di atasnya. Limbah padat dengan jumlah tertentu dimasukkan sehingga mengisi bagian atasnya dan jatuh ke bara pasir yang bergolak karena fluidisasi.

Udara yang masuk ke dalam ruang bakar tersebut akan terus melewati ruang bakar. Udara tersebut akan melewati suatu plat udara pembagi yang disebut juga dengan distributor. Ruang bakar bagian bawah di bawah distributor, disebut

dengan ruang *plenum*, akan mengalirkan udara dan mendistribusikannya secara merata untuk menghembuskan pasir yang berada di atasnya. Bagian atas dari ruang bakar biasa disebut juga dengan *freeboard*, merupakan tempat terjadinya proses pelepasan atau terhembusnya partikel padat menuju ke saluran gas buang.



Gambar 1.1. *Fluidized bed incinerator*

Pada saat udara mengalir dari ruang plenum melewati pasir, gelembung-gelembung udara akan terbentuk seperti halnya gelembung udara pada air yang mendidih. Aliran udara tersebut akan membangkitkan gejolak pasir sehingga mencampuradukkan sampah secara acak. Proses ini memberikan pengaruh terhadap proses pembakaran secara cepat yang dikarenakan laju perpindahan kalor dan massanya yang tinggi. Fenomena inilah yang memngkarakteristikan secara khusus *fluidized bed incinerator* dalam sistem pembakarannya dengan sistem *fluidized bed*.

Teknologi *fluidized bed incinerator* dapat menjadi salah satu teknologi pembakaran untuk limbah padatan dalam jumlah yang relatif besar secara cepat.

Emisi sisa pembakaran yang dihasilkan juga relatif kecil sehingga menekan polusi udara yang mungkin timbul akibat pembakaran yang kurang sempurna. Teknologi ini juga lebih baik bila dibandingkan dengan teknologi pembakaran biomassa konvensional, karena laju pembakarannya yang cukup tinggi dan dapat membakar limbah biomassa berkadar air tinggi. Namun terdapat kelemahan dari teknologi ini seperti masih kurangnya penelitian yang dilakukan di Indonesia dan investasi awal yang relatif mahal sehingga teknologi ini kurang berkembang di Indonesia.

## 1.2 PERUMUSAN MASALAH

Permasalahan saat ini yang menjadi masalah umum adalah jumlah sampah yang semakin banyak di beberapa daerah di Indonesia. Tidak terlepas dari kehidupan masyarakat, ternyata kehidupan di lingkungan institusi pendidikan pun menghasilkan sampah dalam jumlah yang cukup banyak, salah satunya adalah sampah-sampah di lingkungan Universitas Indonesia. Sampah-sampah yang ada di lingkungan Universitas Indonesia terdiri dari bermacam-macam jenis, baik itu dari sampah jenis organik, maupun sampah jenis anorganik dengan jumlah sampah yang dihasilkan pun cukup banyak.

Sementara itu, masih belum adanya sistem pengolahan sampah yang terpadu dan terintegrasi, sehingga menyebabkan sampah-sampah tersebut menjadi tertimbun dan menumpuk saja. Apabila sampah-sampah tersebut tertimbun dalam kurun waktu yang cukup lama, maka akan menimbulkan masalah baru yang lain lagi seperti bibit-bibit penyakit yang berbahaya bagi warga di lingkungan sekitar. Oleh karena itu diperlukan satu sistem pengolahan sampah, baik untuk sampah organik maupun untuk sampah anorganik yang dapat diandalkan.

## 1.3 TUJUAN

Tujuan dari tugas akhir ini adalah memodifikasi *fluidized bed incinerator* UI yang sudah ada untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal dan lebih efisien. Permasalahan yang ada sebelumnya terdapat pada sistem feeding dan sistem burner, namun pada tugas akhir ini difokuskan pada sistem burner. Selanjutnya dilakukan pengujian aliran dingin untuk mempelajari karakteristik fluidisasi alat ini dan mempelajari apakah fluidisasi sudah tercapai seperti yang diharapkan.

## 1.4 BATASAN MASALAH

Pembahasan yang akan dilakukan pada tugas akhir ini adalah pemodifikasian alat *fluidized bed incinerator* UI yang sudah ada mengenai sistem burner. Kemudian mempelajari karakteristik fluidisasi alat tersebut apakah dapat tercapai sesuai dengan yang diharapkan dan bagaimana hubungannya dan pengaruhnya dari komponen-komponen yang lainnya terhadap proses fluidisasi.

Namun, pembahasan yang ada pada tugas akhir ini terlepas dari pembahasan lebih lanjut mengenai perpindahan kalor yang terjadi, serta terlepas juga dari penelitian lebih lanjut mengenai emisi gas yang dihasilkan dari proses pembakarannya.

## 1.5 METODOLOGI PENULISAN

Metode penulisan yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini dilakukan dengan melalui beberapa tahapan, yaitu:

### 1. Studi Pustaka

Melakukan penelitian berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan sebelumnya mengenai *fluidized bed incinerator* UI, dan berdasarkan literatur serta jurnal-jurnal penelitian mengenai sistem tersebut.

### 2. Perancangan Modifikasi

Melakukan perancangan modifikasi alat *fluidized bed incinerator*, khususnya pada sistem burner.

### 3. Studi Lapangan

Melakukan penelitian, pengamatan, dan pengujian pada alat *fluidized bed incinerator*.

### 4. Pendataan

Mengambil data-data yang diperlukan untuk melakukan pengamatan terhadap alat tersebut.

### 5. Analisa

Dari data-data yang telah ada, selanjutnya dilakukan analisa terhadap data-data tersebut.

## 1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penyusunan dalam penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

### Bab I Pendahuluan

Bab ini berisi judul, latar belakang, permasalahan, tujuan, pembatasan masalah, metodologi pengerjaan, serta sistematika penulisan.

### Bab II Landasan Teori

Bab ini berisi dasar-dasar teori yang digunakan mengenai insinerator khususnya untuk tipe *fluidized bed*, sistem reaksi pembakaran, dan karakteristik sampah yang digunakan sebagai bahan bakar.

### Bab III Fluidisasi

Bab ini membahas fenomena fluidisasi secara terperinci dengan penjelasan kondisi fluidisasi, jenis fluidisasi dan parameter-parameter fluidisasi. Kemudian membahas percobaan alat eksperimental model fluidisasi yang dilakukan dan analisisnya.

### Bab IV Modifikasi Sistem Burner

Bab ini mengenai modifikasi sistem burner yang dilakukan, yang berisi pembahasan tentang sistem burner awal, desain modifikasi sistem burner, proses fabrikasi, dan pengoperasian sistem burner tersebut.

### Bab V Persiapan dan Prosedur Pengujian

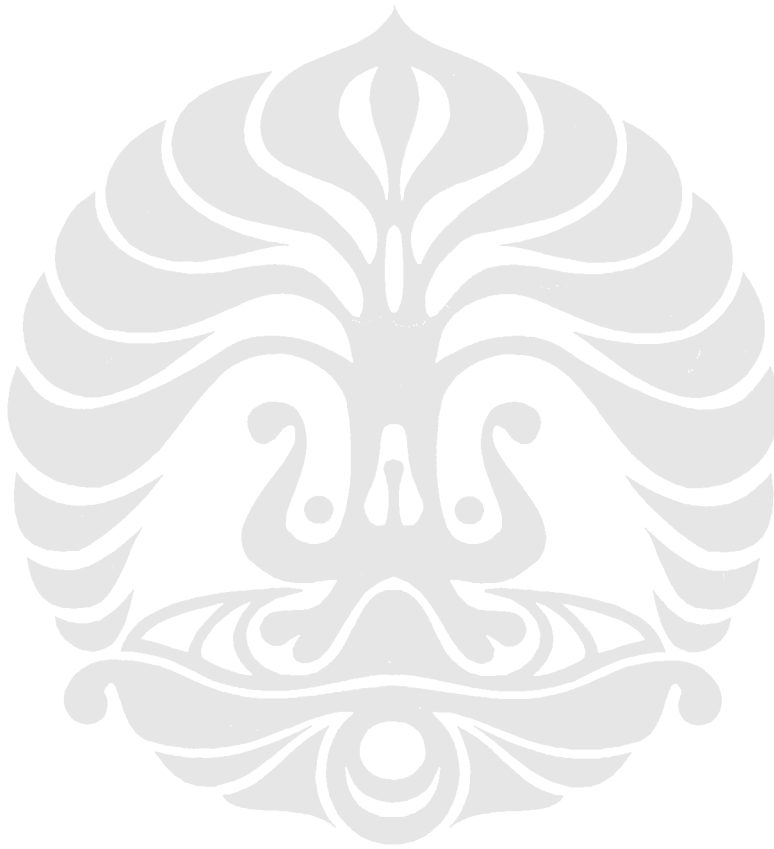
Bab ini membahas mengenai persiapan yang dilakukan sebelum melakukan pengujian aliran dingin, seperti pasir yang digunakan, kecepatan fluidisasi minimum, penurunan tekanan melintas hampan, penurunan tekanan melintas distributor, distributor dan blower yang digunakan. Kemudian membahas prosedur pengujian aliran dingin alat *fluidized bed incinerator*.

## Bab VI Hasil dan Diskusi

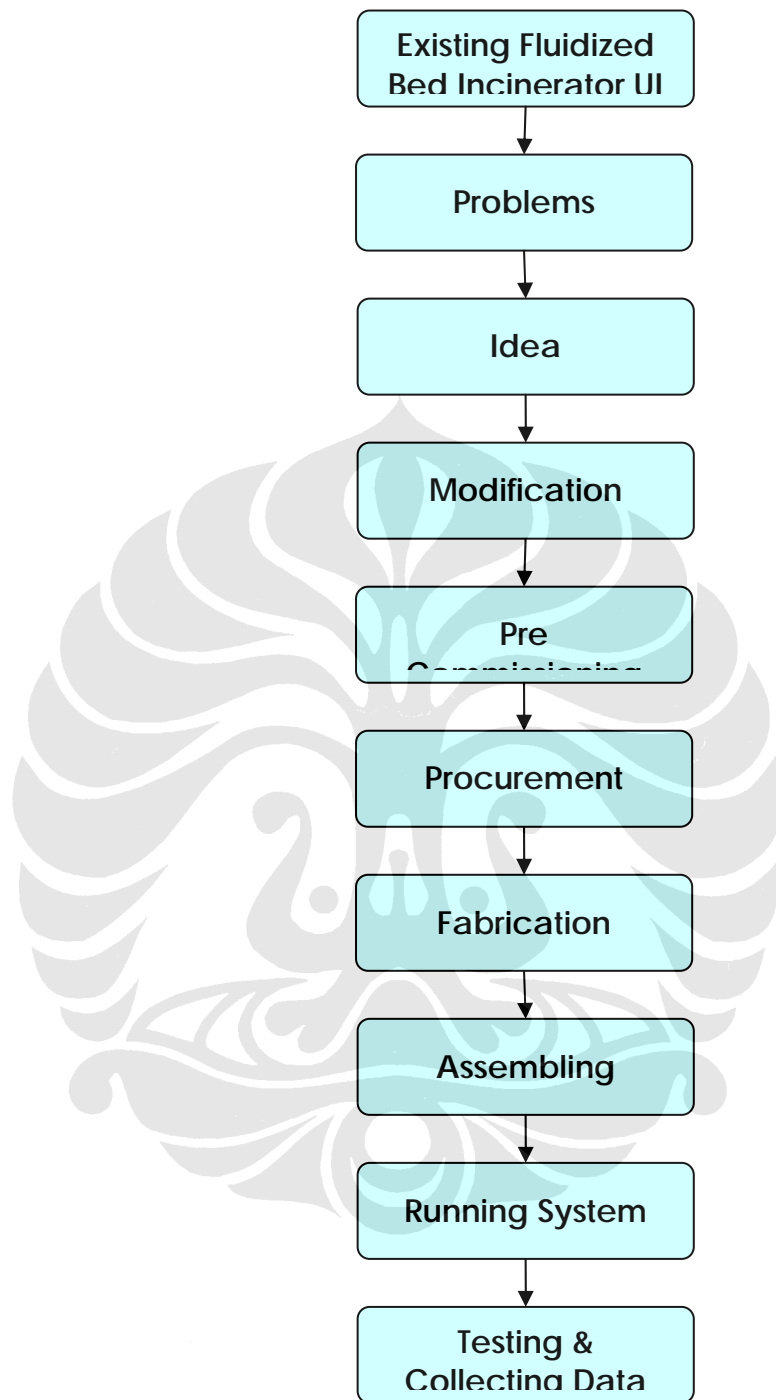
Bab ini membahas hasil modifikasi sistem burner, hasil pengujian aliran dingin yang dilakukan dan analisisnya, parameter-parameter yang berpengaruh serta kendala-kendala yang dihadapi.

## Bab VII Kesimpulan dan Saran

Bab ini membahas mengenai kesimpulan dari hasil pengerjaan modifikasi *fluidized bed incinerator* ini.







Gambar 1.2. Diagram alir proses modifikasi *fluidized bed incinerator* UI