

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

#### 2.1. Tinjauan Pustaka

Budiman (2001) melakukan pengujian unjuk kerja alat pembakar sampah (*incinerator*). Hasil uji unjuk kerja alat menunjukkan bahwa laju pembakaran sampah setelah alat dimodifikasi meningkat dibandingkan dengan laju pembakaran sampah sebelum alat dimodifikasi. Pada alat sebelum dimodifikasi laju pembakaran rata - rata adalah 9,7 kg/jam, sedangkan pada alat setelah dimodifikasi adalah 10,66 kg/jam.

Saragih & Herumurti (2013) melakukan penelitian unjuk kerja *incinerator* dengan meneliti jumlah timbulan limbah B3, kapasitas pembakaran *incinerator*, suhu pembakaran *incinerator*, densitas limbah dan abu pembakaran, dan tes TCLP residu pembakaran *incinerator* Rumah Sakit TNI Angkatan Laut Dr. Ramelan. Setelah dilakukan penelitian langsung selama 14 hari berturut-turut didapatkan bahwa rata-rata timbulan limbah B3 di Rumkital Dr. Ramelan adalah 89,98 Kg/hari dan dengan densitas rata-rata limbah ialah 166,67 kg/m<sup>3</sup>. Tingkat *removal* dari pembakaran limbah dengan *incinerator* di Rumah Sakit TNI Angkatan Laut Dr. Ramelan ialah 82,63%.

Girsang dan Herumurti (2013) melakukan penelitian untuk mengidentifikasi jumlah timbulan dan karakteristik limbah padat B3, penyimpanan sementara dan mengevaluasi proses insinerasi. Timbulan limbah dijadikan acuan dalam mengevaluasi proses insinerasi. Abu insinerasi diteliti kandungan parameter logamnya dengan metode AAS kemudian dilakukan pengujian TCLP dengan solidifikasi-curing 14 dan 28 hari. Rata-rata timbulan limbah medis dari RSUD Dr Soetomo sebesar 1285 kg/hari. Limbah tersebut dimusnahkan dengan menggunakan *incinerator* sebanyak 3 unit ( 1 sebagai cadangan). Pada pengujian kandungan parameter logam abu *incinerator* didapatkan bahwa parameter logam Pb dan

Zn melebihi baku mutu, masing-masing kadarnya 5209,38 ppm dan 6355,31 ppm.

Sumingkrat dkk. (2014) melakukan penelitian pengolahan limbah cair dengan limbah padat abu hasil pembakaran *incinerator* di Industri Klor Alkali. Pada proses pembakaran digunakan bahan bakar LPG agar tercapai suhu pembakaran sekitar 900°C untuk mendapatkan aktivasi abu hasil pembakaran.

Lolo (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.

Sarwening (2012) melakukan penelitian dengan analisa pengoperasian *incinerator* di Rumah Sakit Umum Haji Surabaya. Dalam sehari untuk pembakaran sampah rata-rata 111,12 kg/hari sampah medis masih membuang abu sebesar 17,52 kg/hari dan menggunakan bahan bakar 33.32 liter/hari.

Pradipta (2011) melakukan penelitian unjuk kerja *incinerator* dengan kapasitas 0,294 m<sup>3</sup>, berat limbah 18,3 kg dan suhu maksimum untuk pembakaran 478°C. Panas yang dihasilkan dari *incinerator* digunakan untuk pemanas air yang mengalir 3 l/menit, suhu air per proses 14°C - 18°C. Sementara proses *carbonization* hanya menghasilkan 10% arang dari 5 kg batok kelapa.

Wardhani & Rahardjo (2011) melakukan penelitian dengan analisis distribusi temperatur pembakar limbah radioaktif tipe HK-2010. Salah satu cara penanganan limbah yang masih mempunyai radioaktivitas tinggi tersebut adalah dengan cara mereduksi melalui pembakaran di dalam tungku pembakar limbah radioaktif. Agar efektif, maka dalam pembuatan pembakar limbah radioaktif perlu dirancang dengan baik. Bentuk pembakar limbah radioaktif dapat berupa kotak atau silinder. Untuk memilih bentuk pembakar

limbah dilakukan analisis dengan bantuan program *Computational Fluid Dynamics*.

Rahardjo (2013) melakukan penelitian karakteristik temperatur dan reduksi limbah radioaktif padat ruang bakar prototipe tungku HK-2010. Dalam penelitian dilakukan pengukuran temperatur dinding primer dan sekunder tungku, laju alir udara, serta pengukuran berat dan volume limbah sebelum dan sesudah dibakar dengan uji pembakaran 20 kg limbah radioaktif padat campuran dari laboratorium di PTNBR.

Hidayah (2007) melakukan penelitian menggunakan analisa secara statistik dengan menggunakan analisa regresi linier. 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. Waktu proses lebih berpengaruh dari pada berat massa, dengan berdasarkan kepada  $X = 0,756 \cdot M - 0,003087 \cdot t + 0,06216$ .

## 2.2. Dasar Teori

### 2.2.1. Bahan Bakar Padat

Bahan bakar padat merupakan bahan bakar berbentuk padat, dan kebanyakan menjadi sumber energi panas. Misalnya kayu dan batubara. Energi panas yang dihasilkan bisa digunakan untuk memanaskan air menjadi uap untuk menggerakkan peralatan dan menyediakan energi. (Wikipedia). Jenis bahan bakar beserta nilai kalornya adalah sebagai berikut :

#### a. Tempurung Kelapa

Tempurung merupakan lapisan yang keras dengan ketebalan antara 3 mm sampai 5 mm. Sifat kerasnya disebabkan oleh banyaknya kandungan silikat ( $\text{SiO}_2$ ) yang terdapat pada tempurung tersebut. Dari berat total buah kelapa, antara 15% sampai 19%

merupakan berat tempurungnya. Selain itu tempurung juga banyak mengandung lignin. Sedang kandungan methoxyl dalam tempurung hampir sama dengan yang terdapat dalam kayu. Pada umumnya, nilai kalor yang terkandung dalam tempurung kelapa adalah berkisar antara 18200 kJ/kg hingga 19338.05 kJ/kg (Palungkun, 1999).

b. Batubara

Batubara, terdiri dari *hardcoal* dan *brown coal* atau batubara muda. Masing batubara ini memiliki karakteristik yang berbeda. Berikut ini jenis batubara yang ada di Indonesia:

1. *Hardcoal*, adalah batubara yang mempunyai nilai kalori diatas 5700 kCal/kg (23864.75 kJ/kg). *Hardcoal* terdiri dari batubara steam, batubara coking, bituminous dan antrasit.
2. *Brown coal* atau batubara muda adalah jenis batubara yang nilai kalorinya rendah. Jenis batubara yang termasuk brown coal adalah jenis lignite sampai subbituminous. Batubara ini umumnya dapat digunakan untuk pembangkit listrik.
3. Batubara *Steam* adalah batubara yang dipakai di ketel uap (boiler/steam generator) dan tungku pemanas. Yang termasuk dalam kategori ini adalah batubara antrasit dan bituminous. Nilai kalor bruto (*Gross Calorific value*) nya lebih besar dari 23.865,0 kJ/kg (5700 kCal/kg) dan dibawah batubara cooking.
4. Batubara *Coking* adalah batubara yang bisa dipakai untuk membuat kokas untuk bahan reduktor di tungku peleburan baja (blast furnace). Nilai kalor bruto (*Gross Calorific value*) nya lebih besar dari 23.865,0 kJ/kg (5700 kcal/kg) yang bebas debu.
5. Batubara *Subbituminous*, adalah batubara yang mempunyai nilai kalor bruto (*Gross Calorific value*) antara 17.435,0 kJ/kg (4165 kCal/kg) dan 23.860,0 kJ/kg (5700 kCal/kg).

6. Batubara Anthrasit, batubara yang berkualitas paling tinggi karena kandungan kalorinya paling tinggi yaitu diatas 6900 kCal/ kg. batubara ini mempunyai sifat-sifat seperti batubara *steam*.
7. Batubara Lignit, adalah batubara yang mempunyai nilai kalor bruto (Gross Calorific value) dibawah 4.165 kCal/kg (17,44 MJ/kg) yang mempunyai abu terbang (*volatile matter*) diatas 31% dalam keadaan kering. Batubara lignit sering disebut sebagai batubara kelas rendah (*Low Rank Coal*), batubara jenis ini sering juga disebut sebagai *Brown Coal*.

### **2.2.2. Limbah rumah sakit**

Adanya berbagai sarana pelayanan kesehatan baik rumah sakit, klinik maupun puskesmas akan menghasilkan limbah baik cair maupun padat. Limbah rumah sakit adalah semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit dalam bentuk padat, cair dan gas. (KepMenKes R.I. No.1204/MENKES/SK/X/2004)

### **2.2.3. Limbah Padat Rumah Sakit**

Limbah padat rumah sakit adalah semua limbah rumah sakit yang berbentuk padat sebagai akibat kegiatan rumah sakit yang terdiri dari limbah medis padat dan non medis (KepMenKes R.I. No.1204/MENKES/SK/X/2004), yaitu :

- a. Limbah non medis adalah limbah padat yang dihasilkan dari kegiatan di RS di luar medis yang berasal dari dapur, perkantoran, taman dari halaman yang dapat dimanfaatkan kembali apabila ada teknologi.
- b. Limbah medis padat adalah limbah padat yang terdiri dari limbah infeksius, limbah patologi, limbah benda tajam, limbah farmasi, limbah sitotoksis, limbah container bertekanan, dan limbah dengan kandungan logam berat yang tinggi.

- c. Limbah infeksius adalah limbah yang terkontaminasi organisme patogen yang tidak secara rutin ada di lingkungan dan organisme tersebut dalam jumlah dan virulensi yang cukup untuk menularkan penyakit pada manusia yang rentan.
- d. Limbah sangat infeksius adalah limbah yang berasal dari pembiakan dan *stock* (sediaan) bahan sangat infeksius, otopsi, organ binatang percobaan, dan bahan lain yang diinokulasi, terinfeksi atau kontak dengan bahan yang sangat infeksius.

#### 2.2.4. Pengolahan dan Pemusnahan Limbah

Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) adalah proses untuk mengubah jenis, jumlah dan karakteristik limbah B3 menjadi tidak berbahaya atau tidak beracun dan/atau immobilisasi limbah B3 sebelum ditimbun dan/atau memungkinkan agar limbah B3 dimanfaatkan kembali (daur ulang). Proses pengolahan limbah B3 dapat dilakukan secara pengolahan fisika dan kimia, stabilisasi/solidifikasi dan insenerasi. (Kepbapedal Nomor 03/Bapedal/09/1995)

Limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit mengandung bahan yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Untuk itu, diperlukan pengolahan lebih lanjut supaya bahan yang terdapat pada limbah tersebut dapat terurai dengan baik sehingga aman bagi kesehatan manusia. Adapun tata cara pengolahan limbah rumah sakit yang telah digolongkan sebagai berikut (KepMenKes R.I. No.1204/MENKES/SK/X/2004) :

- a. Limbah padat medis
  - 1. Limbah Infeksius dan Benda Tajam

Limbah yang sangat infeksius seperti biakan dan persediaan agen infeksius dari laboratorium harus disterilisasi dengan pengolahan panas dan basah seperti dalam *autoclave* sedini mungkin. Untuk limbah infeksius yang lain cukup dengan cara disinfeksi. Benda tajam harus diolah dengan *incinerator* bila

memungkinkan, dan dapat diolah bersama dengan limbah infeksius lainnya. Setelah insinerasi atau disinfeksi, residunya dapat dibuang ke tempat pembuangan B3 atau dibuang ke *landfill* jika residunya sudah aman.

## 2. Limbah Farmasi

Limbah farmasi dalam jumlah kecil dapat diolah dengan insinerator pirolitik (*pyrolytic incinerator*), *rotari kiln*, dikubur secara aman, *sanitary landfill*, dibuang ke saluran air limbah atau insinerasi. Limbah padat farmasi dalam jumlah besar harus dikembalikan kepada distributor, sedangkan bila dalam jumlah sedikit dan tidak memungkinkan dikembalikan, supaya dimusnahkan melalui *incinerator* pada suhu 800- 1.000 °C.

## 3. Limbah Sitotoksik

Limbah sitotoksik sangat berbahaya dan tidak boleh dibuang dengan penimbunan (*landfill*) atau ke saluran limbah umum. Pembuangan harus melalui insinerasi pada suhu tinggi sekitar 1200°C dibutuhkan untuk menghancurkan semua bahan sitotoksik. *Incinerasi* pada suhu rendah dapat menghasilkan uap sitotoksik yang berbahaya ke udara.

### 2.2.5. Proses Pembakaran

Reaksi pembakaran secara umum terjadi melalui 2 cara, yaitu pembakaran sempurna dan pembakaran tidak sempurna. Pembakaran sempurna adalah proses pembakaran yang terjadi jika semua karbon bereaksi dengan oksigen menghasilkan CO<sub>2</sub>, sedangkan pembakaran tidak sempurna adalah proses pembakaran yang terjadi jika bahan bakar tidak terbakar habis dimana proses pembakaran yang tidak semuanya menjadi CO<sub>2</sub> (Abdullah et, al., 1998 dalam Arif Budiman, 2001).

Proses pembakaran dipengaruhi oleh 5 faktor, yaitu (Culp, 1991 dalam Arif Budiman, 2001) :

- a. Pencampuran udara dan bahan dengan baik

- b. Kebutuhan udara untuk proses pembakaran
- c. Suhu pembakaran
- d. Lamanya waktu pembakaran yang berhubungan dengan laju pembakaran
- e. Berat jenis bahan yang akan dibakar

Pencampuran udara dan bahan bakar yang baik dalam pembakaran aktual biasanya tidak dapat dicapai tetapi didekati melalui penambahan *excess* udara. Penambahan *excess* udara harus baik dengan nilai minimum karena apabila terlalu banyak dapat meningkatkan kehilangan energy dalam pembakaran dan meningkatnya emisi NO<sub>x</sub>. Proses pembakaran limbah berlangsung secara bertahap. Tahap awal terjadi penguapan kandungan air limbah yang belum terbakar menggunakan panas dari bahan terbakar yang berada di sekelilingnya atau menggunakan energi panas yang ditambahkan dari luar. Pada saat pemanasan limbah terjadi pelepasan karbon atau bahan volatile yang terkonversi menjadi gas yang mudah terbakar, proses ini disebut gasifikasi. Gas ini selanjutnya bercampur dengan oksigen yang dapat mengalami reaksi oksidasi. Kondisi ini apabila menghasilkan temperature cukup tinggi dan berlangsung lama dapat terkonversi secara sempurna (*complete combustion*) menghasilkan uap air dan CO<sub>2</sub> yang dilepaskan ke udara.

#### **2.2.6. Tahapan Proses Insenerasi**

Proses insenerasi akan berlangsung melalui 3 tahapan, yaitu (Dodika, 2009) :

- a. Pengeringan

Merupakan penguapan air yang terkandung di dalam sampah, terutama pada sampah organik yang mengandung kadar air > 70%. Penguapan air mulai terjadi pada temperatur 100°C. Pada tahap ini

dibutuhkan energi (panas) untuk menjaga temperatur tetap berada pada  $> 100^{\circ}\text{C}$ .

b. Pembakaran Tidak Sempurna

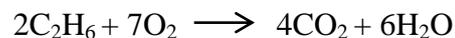
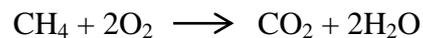
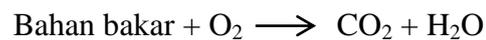
Yaitu reaksi oksigen dengan bahan yang dibakar pada temperature  $400^{\circ}\text{C} - 600^{\circ}\text{C}$  dengan tahapan reaksi sebagai berikut :



Secara kumulatif reaksi ini menghasilkan panas (*eksotermik*). Reaksi inilah yang menjelaskan mengapa selalu terbentuk gas CO (karbon monoksida) pada pembakaran arang.

c. Pembakaran Sempurna

Yaitu reaksi yang terjadi ketika bahan bakar bereaksi secara cepat dengan oksigen dan menghasilkan karbondioksida dan  $\text{H}_2\text{O}$ . Persamaan umum reaksi pembakaran sempurna sebagai berikut :



d. Gas Hasil Pembakaran

Sebagaimana diketahui bahwa pembakaran adalah proses oksidasi dimana oksigen diberikan dengan mengikuti rasio udara terhadap massa bahan bakar agar diperoleh reaksi pembakaran yang komplit. Reaksi utama dari proses pembakaran antara karbon dengan oksigen akan membentuk karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Karbon dioksida merupakan produk pembakaran yang memiliki temperatur rendah. Oksidasi karbon monoksida ke karbon dioksida hanya dapat terbentuk jika memiliki sejumlah oksigen yang seimbang. Kandungan CO yang tinggi mengindikasikan proses pembakaran tidak komplit dan ini harus seminimal mungkin dihindari, karena:

- CO adalah gas yang dapat dibakar. Kandungan CO yang tinggi akan menghasilkan efisiensi pembakaran yang rendah.
- Dapat menyebabkan gangguan bau (*odour*)

Pada proses insinerasi juga menghasilkan abu. Abu sisa pembakaran akan berbahaya apabila tidak dikelola dengan baik. Adapun baku mutu kadar abu yang telah ditentukan menurut Keputusan Kepala Bapedal No.4 Tahun 1995 tentang Tata Cara Persyaratan Penimbunan Hasil Pengolahan.

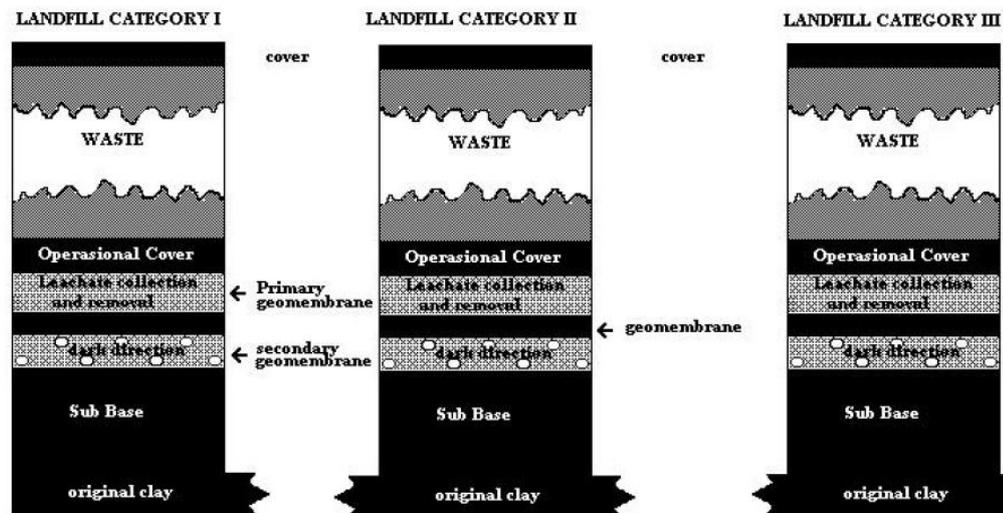
**Tabel 2.1.** Total Kadar Maksimum abu dan Tempat Penimbunannya.

(Sumber : KepBapedal No.4 Tahun 1995)

Bahan Pencemar	Total Kadar Maksimum (mg/kg berat kering)	Total Kadar Maksimum (mg/kg berat kering)
	KOLOM A	KOLOM B
	<b>Lebih Besar Dari atau sama Dengan</b> – Tempat Penimbunannya di Landfill KATEGORI I <b>Lebih Kecil Dari</b> – Tempat penimbunannya di Landfill KATEGORI II	<b>Lebih Kecil Dari atau Sama Dengan</b> – Tempat Penimbunannya di Landfill KATEGORI III
Zn (Zinc)	5000	500
Pb (Lead)	3000	300
Cu (Copper)	1000	100
Cr (Chromium)	2500	250
Cd (Cadmium)	50	5

Kategori *landfill* yang digunakan untuk tempat penimbunan limbah B3 adalah:

- a. *Landfill* kategori I : *Landfill* dengan liner ganda dari geomembran HDPE, digunakan untuk limbah yang dinilai sangat berbahaya.
- b. *Landfill* kategori II : seperti kategori I, namun dengan liner geomembran tunggal.
- c. *Landfill* kategori III : untuk limbah B3 yang dianggap tidak begitu berbahaya. Liner yang digunakan adalah clay dengan nilai permeabilitas lebih kecil dari  $10^{-7}$  cm/detik. *Landfill* jenis ini identik dengan jenis *landfill* sampah kota (*sanitary landfill*) yang baik.



**Gambar 2.1.** Penampang landfill limbah B3 untuk kategori I, II dan III.  
(Sumber: KepBapedal No.4 Tahun 1995)

### 2.2.7. Metode Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)

Spektrofotometri Serapan Atom (AAS) adalah suatu metode analisis yang didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar (*ground state*). Penyerapan tersebut menyebabkan tereksitasinya elektron dalam kulit atom ke tingkat energi yang lebih tinggi. Keadaan ini bersifat labil, elektron akan kembali ke tingkat energi dasar sambil mengeluarkan energi yang berbentuk radiasi. Dalam AAS, atom bebas berinteraksi dengan berbagai bentuk energi seperti energi panas, energi elektromagnetik, energi kimia dan energi listrik. Interaksi ini menimbulkan proses-proses dalam atom bebas yang menghasilkan absorpsi dan emisi (pancaran) radiasi dan panas. Radiasi yang dipancarkan bersifat khas karena mempunyai panjang gelombang yang karakteristik untuk setiap atom bebas (Basset, 1994).

Bagian-bagian AAS adalah sebagai berikut (Day, 1986) :

a. Lampu katoda

Lampu katoda merupakan sumber cahaya pada AAS. Lampu katoda memiliki masa pakai atau umur pemakaian selama 1000

jam. Lampu katoda pada setiap unsur yang akan diuji berbeda-beda tergantung unsur yang akan diuji, seperti lampu katoda Cu, hanya bisa digunakan untuk pengukuran unsur Cu. Lampu katoda terbagi menjadi dua macam, yaitu :

1. Lampu Katoda Monolog : Digunakan untuk mengukur 1 unsur.
2. Lampu Katoda Multilogam : Digunakan untuk pengukuran beberapa logam sekaligus.

b. Tabung gas

Tabung gas pada AAS yang digunakan merupakan tabung gas yang berisi gas asetilen. Gas asetilen pada AAS memiliki kisaran suhu  $\pm 20000$  K, dan ada juga tabung gas yang berisi gas  $N_2O$  yang lebih panas dari gas asetilen, dengan kisaran suhu  $\pm 30000$  K. Regulator pada tabung gas asetilen berfungsi untuk pengaturan banyaknya gas yang akan dikeluarkan, dan gas yang berada di dalam tabung. Spedometer pada bagian kanan regulator merupakan pengatur tekanan yang berada di dalam tabung. Gas ini merupakan bahan bakar dalam Spektrofotometri Serapan Atom

c. *Burner*

*Burner* merupakan bagian paling terpenting di dalam main unit, karena *burner* berfungsi sebagai tempat pencampuran gas asetilen, dan aquabides, agar tercampur merata, dan dapat terbakar pada pemantik api secara baik dan merata. Lobang yang berada pada burner, merupakan lobang pemantik api.

d. Monokromator

Berkas cahaya dari lampu katoda berongga akan dilewatkan melalui celah sempit dan difokuskan menggunakan cermin menuju monokromator. Monokromator dalam alat SSA akan memisahkan, mengisolasi dan mengontrol intensitas energi yang diteruskan ke detektor. Monokromator yang biasa digunakan ialah monokromator difraksi grating.

e. Detektor

Detektor merupakan alat yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, yang memberikan suatu isyarat listrik berhubungan dengan daya radiasi yang diserap oleh permukaan yang peka. Fungsi detektor adalah mengubah energi sinar menjadi energi listrik, dimana energi listrik yang dihasilkan digunakan untuk mendapatkan data. Detektor AAS tergantung pada jenis monokromatornya, jika monokromatornya sederhana yang biasa dipakai untuk analisa alkali, detektor yang digunakan adalah barrier layer cell. Tetapi pada umumnya yang digunakan adalah detektor photomultiplier tube. *Photomultiplier tube* terdiri dari katoda yang dilapisi senyawa yang bersifat peka cahaya dan suatu anoda yang mampu mengumpulkan elektron. Ketika foton menumbuk katoda maka elektron akan dipancarkan, dan bergerak menuju anoda. Antara katoda dan anoda terdapat dinoda-dinoda yang mampu menggandakan elektron. Sehingga intensitas elektron yang sampai menuju anoda besar dan akhirnya dapat dibaca sebagai sinyal listrik. Untuk menambah kinerja alat maka digunakan suatu mikroprosesor, baik pada instrumen utama maupun pada alat bantu lain seperti autosampler.

f. Sistem pembacaan

Sistem pembacaan merupakan bagian yang menampilkan suatu angka atau gambar yang dapat dibaca oleh mata.

g. *Ducting*

*Ducting* merupakan bagian cerobong asap untuk menyedot asap atau sisa pembakaran pada AAS, yang langsung dihubungkan pada cerobong asap bagian luar pada atap bangunan, agar asap yang dihasilkan oleh AAS, tidak berbahaya bagi lingkungan sekitar. Asap yang dihasilkan dari pembakaran pada *spektrofotometry* serapan atom (AAS), diolah sedemikian rupa di dalam ducting, agar asap yang dihasilkan tidak berbahaya.

### 2.2.8. Bagian-Bagian *Incinerator*

*Incinerator* adalah mesin pembakar limbah padat medis dengan pembakaran dalam satu sistem yang terkontrol dan terisolir dari lingkungan sekitar. *Incinerator* terdiri dari beberapa ruang yang mempunyai masing-masing fungsi yang berbeda. Adapun bagian tersebut adalah sebagai berikut :

a. Ruang Pembakaran Awal

Ruang pembakaran awal terletak di bawah ruang bakar utama. Ruang pembakaran awal berfungsi untuk memanaskan *chamber incinerator* sebelum melakukan pembakaran limbah padat medis. Bahan yang digunakan untuk pembakaran awal adalah batang kayu dan bahan lainnya yang dapat menghasilkan nyala api.

b. Ruang Bakar Utama

Ruang bakar utama berfungsi sebagai tempat pembakaran limbah, kondisi pembakaran dirancang dengan jumlah udara untuk reaksi pembakaran kurang dari semestinya, sehingga disamping pembakaran juga terjadi reaksi pirolisa. Pada reaksi pirolisa material organik terdegradasi menjadi karbon monoksida dan metana.

Temperatur dalam ruang bakar utama yaitu sekitar 600°C - 800°C. Untuk mencapai temperatur tersebut, pemanasan dalam ruang bakar utama dibantu oleh energi dari pembakaran batang kayu dan energi pembakaran yang timbul dari limbah itu sendiri.

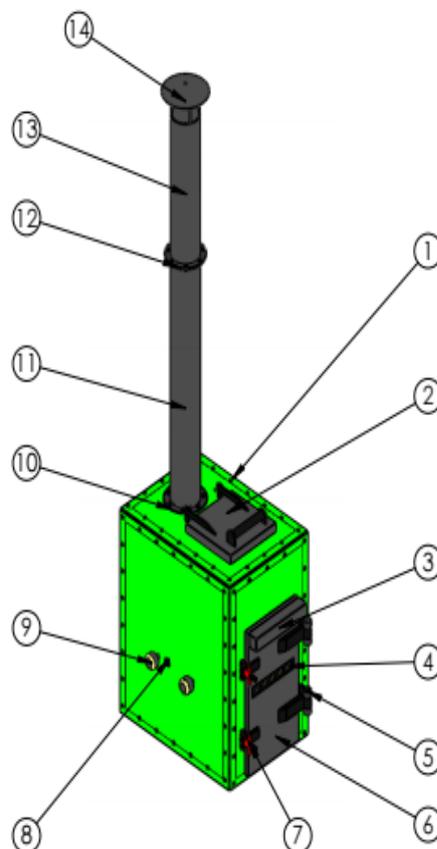
c. Ruang Bakar Asap

Gas hasil pembakaran dan pirolisa perlu dibakar lebih lanjut agar tidak mencemari lingkungan. Pembakaran gas-gas tersebut dapat berlangsung dengan baik jika terjadi pencampuran yang tepat antara oksigen (udara) dengan gas hasil pirolisa, serta ditunjang oleh waktu tinggal (*retention time*) yang cukup. Udara untuk pembakaran di ruang bakar asap disuplai oleh *blower* dalam jumlah yang terkontrol.

Gas pirolisa yang tercampur dengan udara dibakar sempurna oleh api pembakaran limbah dari dalam ruang pembakaran yang masuk ke dalam ruang bakar asap dengan temperatur tinggi yaitu sekitar  $800^{\circ}\text{C}$ - $1000^{\circ}\text{C}$ . Pada suhu tersebut gas-gas pirolisa (Metana, Etana dan Hidrokarbon lainnya) akan terurai menjadi gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$ .

d. Cerobong

Cerobong yang dipasang pada *incinerator* akan menghasilkan beda tekanan antara ruang bakar asap dan luar ruangan. Tekanan pada ruang asap lebih besar dibandingkan dengan luar ruangan sehingga asap dapat keluar melalui cerobong dan asap *terdispersi*.



**Gambar 2.2.** Desain Incinerator limbah padat medis

Bagian – bagian *incinerator* :

1. Baut roofing 8 x 45 mm
2. Pintu ruang bakar
3. *Handle* pintu utama
4. Lubang suplai udara
5. Engsel pintu
6. Pintu utama
7. Pengunci pintu utama
8. Lubang suplai udara
9. *Thermocouple*
10. *Flange* cerobong
11. Cerobong 1
12. *Flange* cerobong 1 & 2
13. Cerobong 2
14. Kepala cerobong