

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 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, A. dan Handayani, Dwi S. (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 (<850°C). Selain itu juga, kemungkinan adanya sampah yang masuk pada ruang *blower* sehingga menutupi jalannya udara untuk proses pembakaran.

Ratman, Cesar R. dan Syafrudin (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 dan Rahardjo, Henky P. (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 incenerator 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 (PLTSA) tipe *incinerator* solusi listrik alternatif kota Medan. Penetrasi PLTSA 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 indeks*, 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.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Limbah Medis Rumah Sakit

Limbah rumah sakit adalah semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan Rumah Sakit dalam bentuk padat, cair, pasta maupun gas yang dapat

mengandung mikroorganisme pathogen 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.

2.2.2 Limbah Padat Rumah Sakit

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), yaitu :

- a. Limbah non medis adalah limbah padat yang dihasilkan dari kegiatan di luar medis yang berasal dari dapur, perkantoran, taman dan halaman yang dapat dimanfaatkan kembali apabila ada teknologi. Penyimpanannya pada tempat sampah berplastik hitam.
- b. Limbah medis padat adalah limbah padat yang terdiri dari :
 - 1) Limbah infeksius dan limbah patologi, penyimpanannya pada tempat sampah berplastik kuning.
 - 2) Limbah farmasi (obat kadaluarsa), penyimpanannya pada tempat sampah berplastik coklat.

- 3) Limbah sitostatika adalah limbah berasal dari sisa obat pelayanan kemoterapi. Penyimpanannya pada tempat sampah berplastik ungu.
- 4) Limbah medis padat tajam seperti pecahan gelas, jarum suntik, pipet dan alat medis lainnya. Penyimpanannya pada *safety box/container*.
- 5) Limbah radioaktif adalah limbah berasal dari penggunaan medis ataupun riset di laboratorium yang berkaitan dengan zat-zat radioaktif. Penyimpanannya pada tempat sampah berplastik merah.

2.2.3 Bagian-Bagian *Incinerator*

Incinerator adalah mesin pembakar limbah padat medis yang 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

Dalam ruang bakar utama proses karbonisasi dilakukan dengan “defisiensi udara“ dimana udara yang dimasukan didistribusikan dengan merata kedasar ruang bakar untuk membakar karbon sisa. Gas

buang yang panas dari pembakaran, keluaran dari sampah dan naik memanasinya sehingga menghasilkan pengeringan dan kemudian membentuk gas-gas karbonisasi. Sisa padat dari pembentukan gas ini yang sebagian besar terdiri atas karbon, dibakar selama pembakaran normal dalam waktu pembakaran.

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.

Selanjutnya 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°C-1000°C. Sehingga gas-gas pirolisa (Metana, Etana dan Hidrokarbon lainnya) terurai menjadi gas CO₂ dan H₂O.

d. Cerobong

Cerobong asap punya fungsi utama menyalurkan asap dari ruang bakar asap menuju luar ruangan. Asap disalurkan atau dibuang keluar supaya tidak terhirup oleh manusia.

2.3 Perhitungan

2.3.1 Jumlah Udara Pembakaran

Dalam proses pembakaran, oksigen biasanya didapat dari udara bebas, Anshory (1988) menyatakan bahwa oksigen yang terkandung didalam udara adalah 21% dari total udara bebas. Kebutuhan oksigen udara minimum untuk proses pembakaran dapat dihitung melalui persamaan 1 :

$$W_{min} = \frac{100}{21} x ((1.96 x C) + (5,85xH)) \dots\dots\dots (1)$$

Dimana,

$$W_{min} = \text{Kebutuhan udara minimum} \left(\frac{m^3 \text{ udara}}{kg \text{ bahan bakar}} \right)$$

C = Kandungan karbon dalam bahan bakar (%)

H = Kandungan hidrogen dalam bahan bakar (%)

2.3.2 Panas Pembakaran

Energi panas yang dihasilkan oleh suatu proses pembakaran adalah melalui kalor yang dikandung oleh bahan bakar. Besarnya energi panas hasil pembakaran dapat dihitung melalui persamaan 2 :

$$Q = m x N_{kl} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana,

m = Massa bahan bakar (Kg)

N_{kl} = Nilai kalor bahan bakar (J/kg)

2.3.3 Gas Hasil Pembakaran

Penanganan gas hasil pembakaran dapat dilakukan dengan menambah cerobong dan ruang penyaring bahan padatan pada gas. Menurut Porges (1979) luas cerobong dapat dihitung melalui persamaan 3 :

$$A = \frac{Q}{V} \dots\dots\dots(3)$$

Dimana,

A = Luas lubang cerobong (m²)

Q = Debit gas hasil pembakaran pada cerobong (m³/detik)

V = Kecepatan gas (m/detik)

2.4 Proses Pemesinan

2.4.1 Proses pengurangan volume pada bahan konstruksi mesin

a. Pemotongan

Pemotongan merupakan proses yang dimaksudkan untuk mengubah bahan mengikuti ukuran dan bentuk yang diminta oleh perancang.

b. Pengeboran

Pengeboran merupakan proses yang dimaksudkan untuk membuat lubang silindris. Mesin yang digunakan dalam proses pengeboran adalah mesin bor meja, mesin bor lantai dan mesin bor tangan.

c. Penggerindaan

Penggerindaan berfungsi untuk membuang bagian-bagian sisa pemotongan dan meratakan permukaan. Mesin yang digunakan dalam proses penggerindaan adalah mesin gerinda lantai dan gerinda tangan.

d. Pengikiran

Pengikiran berfungsi untuk meratakan dan menghaluskan permukaan bahan. Jenis yang digunakan adalah kikir pipih, kikir setengah bundar, kikir segi empat, kikir segitiga dan kikir bundar.

2.4.2 Proses Penyambungan

Penyambungan merupakan proses untuk merangkai bagian-bagian dari konstruksi mesin. Prinsip penyambungan ada antara lain :

a. Penyambungan Menggunakan Baut

Penyambungan menggunakan baut biasanya dilakukan pada dua atau lebih bagian dengan tujuan agar mudah dibongkar pasang.

b. Pengelingan

Pengelingan merupakan proses penyambungan menggunakan paku keling yang ditanam pada dua bagian yang disambung. Pengelingan biasanya dilakukan pada plat yang tipis.

c. Pengelasan

Pengertian pengelasan adalah proses penyambungan antara dua atau lebih material dalam keadaan plastis atau cair dengan menggunakan panas (*heat*) atau dengan tekanan (*pressure*) atau

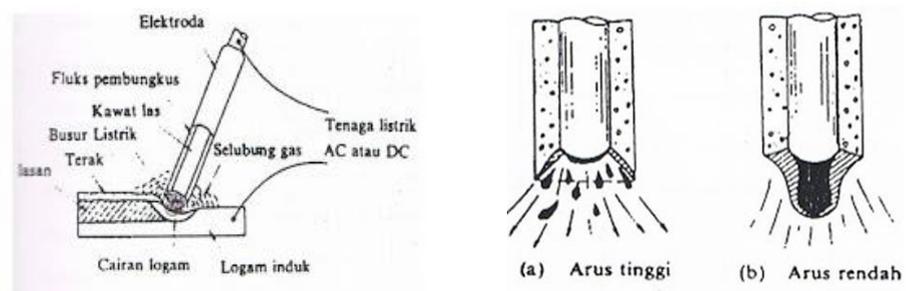
keduanya. Logam pengisi (*filler metal*) dengan temperature lebur yang sama dengan titik lebur dari logam induk dapat atau tanpa digunakan dalam proses penyambungan tersebut. Berdasarkan definisi pengelasan menurut *Deutsche Industrie Normen* (DIN) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair

Jenis pengelasan dibedakan menjadi dua kelompok yaitu pengelasan lebur dan padat. Adapun macamnya yaitu pengelasan busur (*arc welding, aw*), pengelasan resistansi listrik (*resistance welding, rw*), pengelasan gas (*oxyfuel gas welding, ofw*), dan macam pengelasan padat yaitu pengelasan difusi (*diffusion welding, dfw*), pengelasan gesek, (*fruction welding, fw*), pengelasan ultrasonic (*ultrasonic welding, uw*).

Las busur listrik merupakan salah satu jenis las listrik yang paling bnyak digunakan di masyarakat. Las busur listrik memiliki konstruksi yang sederhana dan pengoperasiannya mudah serta biaya relatif murah.

Mesin las busur listrik terdiri transformator, pengatur arus, kabel elektroda dan kabel masa. Elektroda yang digunakan adalah elektroda batangan dengan lapisan fluk.

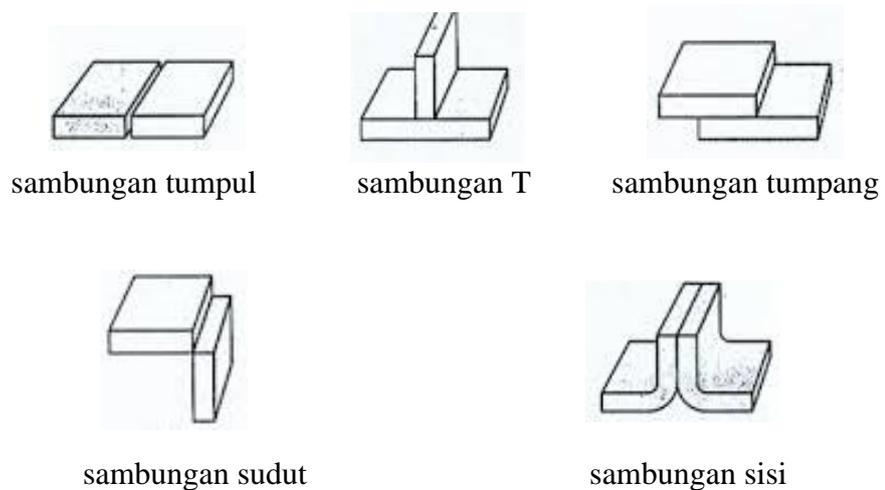
Saat ujung elektroda didekatkan pada benda kerja terjadi panas listrik (busur listrik) yang membuat antara benda kerja dengan ujung elektroda terbungkus tersebut mencair secara bersamaan. Dengan adanya pencairan ini maka kampuh pada lasan akan terisi oleh cairan logam dari elektroda dan logam induk yang mencair secara bersamaan. *Fluks* pada elektroda berfungsi sebagai pemantap busur dan juga sebagai sumber terak (*slag*) yang akan melindungi hasil las yang baru dari kontaminasi udara luar. Pada saat proses pengelasan berlangsung pemindahan logam dari elektroda tergantung dari besar kecilnya arus listrik yang digunakan. Apabila menggunakan arus yang besar maka butiran-butiran logam akan menjadi halus, tetapi sebaliknya apabila menggunakan arus yang yang kecil pemindahan logam dari elektroda akan menjadi lebih besar.



Gambar 2.1 Prinsip kerja las busur listrik

Dalam merencanakan konstruksi yang memiliki sambungan pengelasan, harus dipilih secara benar dan tepat mengenai jenis-jenis sambungan las, yang disesuaikan dengan fungsi dan kegunaannya. Hal yang perlu dipertimbangkan bahwa sambungan pengelasan harus

mampu menerima beban dinamis maupun beban statis. Sambungan dasar meliputi sambungan tumpul, sambungan T, sambungan tumpang dan sambungan sudut. Dari sambungan tumpang dikembangkan teknik sambungan silang, sambungan dengan penguat dan sambungan sisi.



Gambar 2.2 Klasifikasi sambungan las

2.5 Pengoperasian Incinerator

- Panaskan ruang bakar utama dengan membakar potongan kayu atau tempurung kelapa di ruang pembakaran awal.
- Tutup rapat semua pintu *incinerator* dan tunggu selama 10 menit hingga suhu ruangan tersebut panas.
- Masukkan limbah padat dan dibungkus dengan kantong plastik kedalam ruang pembakaran.
- Tambahkan nyala api pada ruang pembakaran awal hingga api membakar sampah dari bawah.

- e. Tutup pintu *incinerator* dan diatur lubang ventilasi udara pada pintu *incinerator* supaya api tidak mengalami kekurangan oksigen.
- f. Selesai operasi pembakaran, abu hasil pembakaran dikumpulkan dengan kantong untuk dibawa ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir).

2.6 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Agar tidak terjadi kecelakaan yang tidak diinginkan dan masalah - masalah yang muncul bisa diminimalkan. Kesehatan dan keselamatan kerja dalam proses pembuatan mesin *incinerator* ini diharapkan mengacu pada Undang - Undang RI. Kesehatan dan keselamatan kerja menurut Undang - Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 adalah sebagai berikut ;

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja BAB III Syarat-Syarat Keselamatan Kerja Pasal 3.

1. Dengan peraturan perundangan ditetapkan syarat-syarat keselamatan kerja untuk :
 - a. Mencegah dan mengurangi kecelakaan;
 - b. Mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran;
 - c. Mencegah dan mengurangi bahaya peledakan;
 - d. Memberi kesempatan atau jalan menyelamatkan diri pada waktu kebakaran atau kejadian-kejadian lain yang berbahaya;
 - e. Memberi pertolongan pada kecelakaan;
 - f. Memberi alat-alat perlindungan diri pada para pekerja;

- g. Mencegah dan mengendalikan timbul atau menyebar luasnya suhu, kelembaban, debu, kotoran, asap, uap, gas, hembusan angin, cuaca, sinar radiasi, suara dan getaran;
 - h. Mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit akibat kerja baik fisik maupun psikis, peracunan, infeksi dan penularan;
 - i. Memperoleh penerangan yang cukup dan sesuai;
 - j. Menyelenggarakan suhu dan lembab udara yang baik;
 - k. Menyelenggarakan penyegaran udara yang cukup;
 - l. Memelihara kebersihan, kesehatan dan ketertiban;
 - m. Memperoleh keserasian antara tenaga kerja, alat kerja, lingkungan, cara dan proses kerjanya;
 - n. Mengamankan dan memperlancar pengangkutan orang, binatang, tanaman atau barang;
 - o. Mengamankan dan memelihara segala jenis bangunan;
 - p. Mencegah terkena aliran listrik yang berbahaya;
 - q. Menyesuaikan dan menyempurnakan pengamanan pada pekerjaan yang bahaya kecelakan menjadi bertambah tinggi.
2. Dengan peraturan perundangan dapat dirubah perincian seperti tersebut dalam ayat (1) sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknik dan teknologi serta pendapatan-pendapatan baru di kemudian hari.